



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Geológica, Minas, Metalurgia y
Geográfica
Unidad de Posgrado

“Fenología de especies forestales nativas protectoras del ambiente (*Podocarpus oleifolius*, *Buddleja incana*, *Polylepis reticulata*, *Hedyosmum luteynii todzia*, *Eugenia halli*, *Oreopanax ecuadorensis*) del dosel de páramo nuboso andino de jacarón, parroquia Juan de Velasco, Ecuador”

TESIS

Para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias
Ambientales

AUTOR

Ana Patricia ANDRADE OROZCO

ASESOR

Dr. Miguel Alberto IBÁÑEZ SÁNCHEZ

Lima, Perú

2021



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Andrade, A. (2021). *Fenología de especies forestales nativas protectoras del ambiente (Podocarpus oleifolius, Buddleja incana, Polylepis reticulata, Hedyosmum luteynii todzia, Eugenia halli, Oreopanax ecuadorensis) del dosel de páramo nuboso andino de jacarón, parroquia Juan de Velasco, Ecuador*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minas, Metalurgia y Geográfica, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

HOJA DE METADATOS COMPLEMENTARIOS

Código ORCID del autor	https://orcid.org/0000-0002-2855-6647
DNI o pasaporte del autor	0602142499
Código ORCID del asesor	https://orcid.org/0000-0003-0682-5217
DNI o pasaporte del asesor	07732819
Grupo de investigación	“—”
Agencia financiadora	“—”
Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación	Parroquia Juan de Velasco (Páramo nuboso andino de Jacarón) – Colta – Chimborazo – Ecuador. Latitud: 1°39’ a 1°56’0” S Longitud: 78°36’ a 78°53’30” W Altitud: 3200 a 3800 m.s.n.m.
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2015-2018
Disciplinas OCDE	Ingeniería ambiental y geológica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.01 Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08 Otras ingenierías y tecnologías https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.02



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
UNIDAD DE POSGRADO

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

SUSTENTACIÓN PÚBLICA

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Lima, a los dieciséis días del mes de marzo del año dos mil veintiuno, siendo las once horas, se reúnen los suscritos Miembros del Jurado Examinador de Tesis, nombrado mediante Dictamen N° 000073-2021-UPG-VDIP-FIGMMG/UNMSM del 04 de marzo del 2021, con la finalidad de evaluar la sustentación virtual a la amparo de la Directiva de la UNMSM aprobada con Resolución Rectoral N° 01357-R-20 de la siguiente tesis:

TÍTULO

«FENOLOGÍA DE ESPECIES FORESTALES NATIVAS PROTECTORAS DEL AMBIENTE (*Podocarpus oleifolius*, *Buddleja incana*, *Polylepis reticulata*, *Hedyosmum luteynii todzia*, *Eugenia halli*, *Oreopanax ecuadorensis*), DEL DOSEL DE PÁRAMO NUBOSO ANDINO DE JACARÓN, PARROQUIA JUAN DE VELASCO, ECUADOR»

Presentado por la Mg. ANA PATRICIA ANDRADE OROZCO, para optar el GRADO ACADÉMICO DE DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES.

El Secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente N° 06365/FIGMMG/2013 de fecha 26 de agosto del 2013, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y que cumplió con las etapas del trámite según el «Reglamento General de Estudios de Posgrado», aprobado con Resolución Rectoral N° 04790-R-18 del 08 de agosto del 2018.

Luego de la Sustentación, se procede con la calificación de la Tesis, de acuerdo al procedimiento respectivo y se registra en el acta correspondiente de conformidad al Art. 72 del precitado Reglamento, correspondiéndole al graduando la siguiente calificación:

BUENO (16)

Habiendo sido aprobada la sustentación virtual de la Tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el GRADO ACADÉMICO DE DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES a la Mg. ANA PATRICIA ANDRADE OROZCO.

Siendo las 12:00 horas, se dio por concluido al acto académico.

DIEGO VACILI
BURBANO
SALAS

DR. DIEGO VACILI BURBANO SALAS
Presidente

Firmado digitalmente por DIEGO VACILI
BURBANO SALAS
Fecha: 2021.03.16 09:42:34 -05:00

DR. HÉCTOR ALONSO APONTE UBILLUS
Secretario



DR. FRANCISCO ALEJANDRO ALCÁNTARA BOZA
Miembro

Firmado digitalmente por
ALCANTARA BOZA Francisco
Alejandro FAJ 2014802282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 05.04.2021 17:04:48 -05:00

DR. MIGUEL ALBERTO IBÁÑEZ SÁNCHEZ
Asesor

**ACEPTACIÓN DE LA TESIS POR LOS MIEMBROS DEL
JURADO EXAMINADOR**

Los miembros del Tribunal de aceptación de la tesis de título: **“FENOLOGÍA DE ESPECIES FORESTALES NATIVAS PROTECTORAS DEL AMBIENTE (*Podocarpus oleifolius*, *Buddleja incana*, *Polylepis reticulata*, *Hedyosmum luteynii todzia*, *Eugenia halli*, *Oreopanax ecuadorensis*) DEL DOSEL DE PÁRAMO NUBOSO ANDINO DE JACARÓN, PARROQUIA JUAN DE VELASCO, ECUADOR**”, presentado por: Mgs. Ana Patricia Andrade Orozco, dirigida por el Dr. Miguel Ibáñez Sánchez., PhD.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el documento final de tesis con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Universidad del Perú, Decana de América).

Para constancia de lo expuesto firman:

Dr. Héctor Aponte., PhD
Presidente del Jurado Informante

Firma

Dr. Miguel Ibáñez Sánchez., PhD
Asesor

Firma

Dr. Diego Burbano., PhD
Miembro del Jurado

Firma

DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado de manera especial a mi Dios, quien está siempre presente en cada objetivo de mi vida

A mi familia quienes son el pilar fundamental de mi vida, por su apoyo y motivación en el cumplimiento de mis metas planteadas.

Mgs. Ana Patricia Andrade Orozco

AGRADECIMIENTO

A Dios, por estar siempre presente en cada paso que doy, por la fuerza que me da para seguir cumpliendo cada meta propuesta.

Agradezco a mi familia por su inmenso apoyo para seguir formándome como una gran profesional.

Agradezco a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos que me supo acoger para mi formación.

Mgs. Ana Patricia Andrade Orozco

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
RESUMEN.....	XVIII
ABSTRACT	XIX
CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Situación Problemática.....	1
1.2. Formulación del Problema.....	2
1.3. Justificación de la Investigación	3
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
CAPITULO II.....	7
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Marco Filosófico o epistemológico de la investigación.....	7
2.2. Bases Teóricas.....	10
2.2.1. Área de Estudio.....	10
2.2.2. Factores Abióticos.....	10
2.2.3. Factores Bióticos.....	12
2.3. Relación de la fenología con la agrometeorología	14
2.3.1. Aplicaciones	14
2.3.2. Agrofenología y sus técnicas múltiples.....	15
2.4. Factores agrometeorológicos y su comportamiento anual.....	16

2.5. Descripción botánica de las especies forestales estudiadas	21
2.5.1. Fenología de la especie forestal “Pumamaqui” (<i>Oreopanax ecuadorensis</i>).....	21
2.5.2. Fenología de la especie forestal “Quishuar” (<i>Buddleja incana</i>).28	
2.5.3. Fenología de la especie forestal “Romerillo” (<i>Podocarpus oleifolius</i>).....	33
2.5.4. Fenología de la especie forestal “Tarqui” (<i>Hedyosmum luteynii todzia</i>). 39	
2.5.5. Fenología de la especie “Quinual” (<i>Polylepis reticulata</i>)	46
2.5.6. Fenología de la especie “Arrayán” – (<i>Eugenia halli</i>).	52
CAPÍTULO III.....	58
3. METODOLOGÍA	58
3.1. Diseño de la investigación	58
3.1.1. Tipo de estudio.....	58
3.2. Técnicas e instrumentos.....	59
3.3. Población y muestra	59
3.4. Tratamientos	60
3.5. Especificaciones del material experimental	61
3.6. Diseño estadístico	62
3.6.1. Estudio de correlación entre las variables climatológicas y fenológicas.....	62
3.6.2. Pruebas de hipótesis para muestras independientes.	63
3.6.3. Estudio Post – hoc.	64
3.7. Procedimientos.....	65
CAPÍTULO IV	68
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	68
4.1. Análisis, interpretación y discusión de resultados	68
4.2. Pruebas de hipótesis	71

4.3. Presentación de resultados	71
4.3.1. Vinculación de la organografía con la fenología forestal de las especies estudiadas, en los diferentes pisos altitudinales	71
4.3.2 Determinación de la correlación entre factores meteorológicos y las feno fases referidas a las 6 especies en estudio.....	122
4.3.3 Estudio de floración, fructificación y establecimiento de clases de sitio para las especies estudiadas.	214
4.3.4. Resumen de resultados	227
Cuadro 124. Resumen de resultados obtenidos de la vinculación de la organografía con la fenología forestal de las especies estudiadas, en los diferentes pisos altitudinales.	227
Cuadro 127. Resumen de resultados obtenidos del estudio de floración, fructificación y establecimiento de clases de sitio para las especies estudiadas.....	230
4.3.4. DISCUSIÓN	231
CONCLUSIONES	232
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	239
ANEXOS	247
Anexo A: Registro Fotográfico	247
Anexo B: Criterios respecto a la Vulnerabilidad y estado poblacional de las especies forestales en estudio.	248
Anexo C: Plan de Acción para la Gestión de Impactos Ambientales.....	253
Anexo D: Ficha de registro de especies forestales	257

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Esquema organizativo de los tratamientos en los diferentes pisos altitudinales.....	60
Cuadro 2. Determinación de número de individuos por especies y pisos altitudinales, considerados para la investigación.	61
Cuadro 3. Prueba de homogeneidad de varianzas para la foliación del Arrayán (en función a datos mensuales).....	72
Cuadro 4. ANOVA para la foliación del Arrayán (en función de los datos mensuales).	72
Cuadro 5. Prueba de homogeneidad de varianzas para la floración del Arrayán (en función a datos mensuales).....	73
Cuadro 6. ANOVA para la floración del Arrayán (en función de datos mensuales).	74
Cuadro 7. Prueba post-hoc para la floración del Arrayán (en función de datos mensuales).	75
Cuadro 8. Prueba de homogeneidad de varianzas para la fructificación del Arrayán (en función a datos mensuales).....	76
Cuadro 9. ANOVA para la fructificación del Arrayán (en función de datos mensuales).	77
Cuadro 10. Prueba post-hoc para la fructificación del Arrayán (en función de datos mensuales).	78
Cuadro 11. Prueba de homogeneidad de varianzas para la semillación del Arrayán (en función a datos mensuales).....	80
Cuadro 12. ANOVA para la semillación del Arrayán (en función de datos mensuales).	80
Cuadro 13. Prueba post-hoc para la semillación del Arrayán (en función de datos mensuales).	81
Cuadro 14. Prueba de homogeneidad de varianzas para la foliación del Pumamaqui (en función a datos mensuales).	83

Cuadro 15. ANOVA para la foliación del Pumamaqui (en función de datos mensuales).....	84
Cuadro 16. Prueba de homogeneidad de varianzas para la floración del Pumamaqui (en función a datos mensuales).	84
Cuadro 17. ANOVA para la floración del Pumamaqui (en función de datos mensuales).....	85
Cuadro 18. Prueba post-hoc para la floración del Pumamaqui (en función de datos mensuales).	86
Cuadro 19. Prueba de homogeneidad de varianzas para la fructificación del Pumamaqui (en función a datos mensuales).	87
Cuadro 20. ANOVA para la fructificación del Pumamaqui (en función de datos mensuales).....	88
Cuadro 21. Prueba de homogeneidad de varianzas para la semillación del Pumamaqui (en función a datos mensuales).	89
Cuadro 22. ANOVA para la semillación del Pumamaqui (en función de datos mensuales).....	90
Cuadro 23. Prueba post-hoc para la semillación del Pumamaqui (en función de datos mensuales)	90
Cuadro 24. Prueba de homogeneidad de varianzas para la foliación del Quinual (en función a datos mensuales).....	92
Cuadro 25. ANOVA para la foliación del Quinual (en función de datos mensuales).....	93
Cuadro 26. Prueba de homogeneidad de varianzas para la floración del Quinual (en función a datos mensuales).....	94
Cuadro 27. ANOVA para la floración del Quinual (en función de datos mensuales).....	94
Cuadro 28. Prueba de homogeneidad de varianzas para la fructificación del Quinual (en función a datos mensuales).....	95
Cuadro 29. ANOVA para la fructificación del Quinual (en función de datos mensuales).....	96
Cuadro 30. Prueba de homogeneidad de varianzas para la semillación del Quinual (en función a datos mensuales).....	97
Cuadro 31. ANOVA para la semillación del Quinual (en función de datos mensuales).....	97

Cuadro 32: Prueba de homogeneidad de varianzas para la foliación del Quishuar (en función a datos mensuales).....	98
Cuadro 33: ANOVA para la foliación del Quishuar (en función de datos mensuales)	99
Cuadro 34: Prueba de homogeneidad de varianzas para la floración del Quishuar (en función a datos mensuales).....	100
Cuadro 35: ANOVA para la floración del Quishuar (en función de datos mensuales)	100
Cuadro 36: Prueba de homogeneidad de varianzas para la fructificación del Quishuar (en función a datos mensuales).....	101
Cuadro 37: ANOVA para la fructificación del Quishuar (en función de datos mensuales)	102
Cuadro 38: Prueba de homogeneidad de varianzas para la semillación del Quishuar (en función a datos mensuales).....	103
Cuadro 39: ANOVA para la semillación del Quishuar (en función de datos mensuales)	103
Cuadro 40: Prueba post-hoc para la semillación del Quishuar (en función de datos mensuales)	104
Cuadro 41: Prueba de homogeneidad de varianzas para la foliación del Romerillo (en función a datos mensuales)	106
Cuadro 42: ANOVA para la foliación del Romerillo (en función de datos mensuales)	106
Cuadro 43: Prueba de homogeneidad de varianzas para la floración del Romerillo (en función a datos mensuales)	107
Cuadro 44: ANOVA para la floración del Romerillo (en función de datos mensuales)	108
Cuadro 45: Prueba de homogeneidad de varianzas para la fructificación del Romerillo (en función a datos mensuales)	108
Cuadro 46: ANOVA para la fructificación del Romerillo (en función de datos mensuales)	109
Cuadro 47: Prueba de homogeneidad de varianzas para la semillación del Romerillo (en función a datos mensuales)	110
Cuadro 48: ANOVA para la semillación del Romerillo (en función de datos mensuales)	110

Cuadro 49: Prueba post-hoc para la semillación del Romerillo (en función de datos mensuales)	111
Cuadro 50: Prueba de homogeneidad de varianzas para la foliación del Tarqui (en función a datos mensuales)	113
Cuadro 51: ANOVA para la foliación del Tarqui (en función de datos mensuales)	114
Cuadro 52: Prueba post-hoc para la foliación del Tarqui (en función de datos mensuales)	114
Cuadro 53: Prueba de homogeneidad de varianzas para la floración del Tarqui (en función a datos mensuales)	116
Cuadro 54: ANOVA para la floración del Tarqui (en función de datos mensuales)	117
Cuadro 55: Prueba de homogeneidad de varianzas para la fructificación del Tarqui (en función a datos mensuales)	117
Cuadro 56: ANOVA para la fructificación del Tarqui (en función de datos mensuales)	118
Cuadro 57: Prueba de homogeneidad de varianzas para la semillación del Tarqui (en función a datos mensuales)	119
Cuadro 58: ANOVA para la semillación del Tarqui (en función de datos mensuales)	120
Cuadro 59: Prueba post-hoc para la semillación del Tarqui (en función de datos mensuales)	120
Cuadro 60: Valores de pruebas de normalidad de variables independientes	123
Cuadro 61: Valores de pruebas de normalidad de la Foliación de las plantas en estudio	123
Cuadro 62: Valores de pruebas de normalidad de la Floración de las plantas en estudio	124
Cuadro 63: Valores de pruebas de normalidad de la Fructificación de las plantas en estudio	125
Cuadro 64: Valores de pruebas de normalidad de la Semillación de las plantas en estudio	126
Cuadro 65: Valores de correlación entre variables dependientes e independientes para el Arrayán	129

Cuadro 66: Modelo de correlación entre heliofanía y foliación	130
Cuadro 67: Modelo de correlación entre temperatura y floración	132
Cuadro 68: Modelo de correlación entre temperatura y floración	133
Cuadro 69: Modelo de correlación entre temperatura y floración	135
Cuadro 70: Modelo de correlación entre temperatura y fructificación	136
Cuadro 71: Modelo de correlación entre temperatura y fructificación	138
Cuadro 72: Modelo de correlación entre temperatura y fructificación	139
Cuadro 73: Modelo de correlación entre temperatura y semillación	141
Cuadro 74: Modelo de correlación entre heliofanía y semillación	142
Cuadro 75: Modelo de correlación entre precipitación y semillación	144
Cuadro 76: Valores de correlación entre variables dependientes e independientes para el Pumamaqui	145
Cuadro 77: Modelo de correlación entre precipitación y foliación	146
Cuadro 78: Modelo de correlación entre heliofanía y foliación	148
Cuadro 79: Modelo de correlación entre temperatura y floración	149
Cuadro 80: Modelo de correlación entre temperatura y floración	151
Cuadro 81: Modelo de correlación entre heliofanía y fructificación	152
Cuadro 82: Modelo de correlación entre precipitación y fructificación	154
Cuadro 83: Modelo de correlación entre precipitación y fructificación	155
Cuadro 84: Modelo de correlación entre temperatura y semillación	157
Cuadro 85: Modelo de correlación entre heliofanía y semillación	158
Cuadro 86: Valores de correlación entre variables dependientes e independientes para el Quinual	160
Cuadro 87: Modelo de correlación entre temperatura y floración	161
Cuadro 88: Modelo de correlación entre temperatura y floración	162
Cuadro 89: Modelo de correlación entre temperatura y fructificación	164
Cuadro 90: Modelo de correlación entre precipitación y fructificación	165
Cuadro 91: Modelo de correlación entre precipitación y fructificación	167
Cuadro 92: Modelo de correlación entre heliofanía y fructificación	168
Cuadro 93: Modelo de correlación entre precipitación y fructificación	170
Cuadro 94: Modelo de correlación entre heliofanía y fructificación	171
Cuadro 95: Modelo de correlación entre heliofanía y semillación	173
Cuadro 96: Valores de correlación entre variables dependientes e independientes para el Quishuar	174

Cuadro 97: Modelo de correlación entre temperatura y floración	175
Cuadro 98: Modelo de correlación entre temperatura y floración	177
Cuadro 99: Modelo de correlación entre temperatura y floración	178
Cuadro 100: Modelo de correlación entre temperatura y fructificación.....	180
Cuadro 101: Modelo de correlación entre heliofanía y fructificación	181
Cuadro 102: Modelo de correlación entre temperatura y fructificación.....	183
Cuadro 103: Modelo de correlación entre temperatura y fructificación.....	184
Cuadro 104: Modelo de correlación entre temperatura y semillación	186
Cuadro 105: Valores de correlación entre variables dependientes e independientes para el Romerillo.....	187
Cuadro 106: Modelo de correlación entre temperatura y foliación	188
Cuadro 107: Modelo de correlación entre temperatura y floración	190
Cuadro 108: Modelo de correlación entre precipitación y floración	191
Cuadro 109: Modelo de correlación entre temperatura y floración	193
Cuadro 110: Modelo de correlación entre heliofanía y semillación.....	194
Cuadro 111: Modelo de correlación entre heliofanía y semillación.....	196
Cuadro 112: Modelo de correlación entre precipitación y semillación	197
Cuadro 113: Modelo de correlación entre heliofanía y semillación.....	199
Cuadro 114: Valores de correlación entre variables dependientes e independientes para el Tarqui	200
Cuadro 115: Modelo de correlación entre temperatura y foliación	201
Cuadro 116: Modelo de correlación entre temperatura y floración	203
Cuadro 117: Modelo de correlación entre precipitación y fructificación	204
Cuadro 118: Modelo de correlación entre precipitación y fructificación	206
Cuadro 119: Modelo de correlación entre precipitación y fructificación	207
Cuadro 120: Modelo de correlación entre heliofanía y fructificación	208
Cuadro 121: Modelo de correlación entre heliofanía y semillación.....	210
Cuadro 122: Modelo de correlación entre heliofanía y semillación.....	211
Cuadro 123: Modelo de correlación entre temperatura y semillación	213

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Temperatura del aire promedio para el año 2015.....	17
Figura 2. Precipitación atmosférica acumulada para el año 2015.	17
Figura 3. Heliofanía media y horas de sol para el año 2015.....	18
Figura 4. Temperatura del aire promedio para el año 2016.....	18
Figura 5. Precipitación atmosférica acumulada para el año 2016.	19
Figura 6. Heliofanía media y horas de sol para el año 2016.....	19
Figura 7. Temperatura del aire promedio para el año 2017.....	20
Figura 8. Precipitación atmosférica acumulada para el año 2017.	20
Figura 9. Heliofanía media y horas de sol para el año 2017.....	21
Figura 10. Diagrama de cajas para la floración del Arrayán	76
Figura 11. Diagrama de cajas para la fructificación del Arrayán	79
Figura 12. Diagrama de cajas para la semillación del Arrayán	82
Figura 13. Diagrama de cajas para la floración del Pumamaqui.....	87
Figura 14. Diagrama de cajas para la semillación del Pumamaqui	91
Figura 15. Diagrama de cajas para la semillación del Quishuar	105
Figura 16. Diagrama de cajas para la semillación del Romerillo	112
Figura 17. Diagrama de cajas para la foliación del Tarqui.....	115
Figura 18. Diagrama de cajas para la semillación del Tarqui	122
Figura 19. Gráfica de correlación entre heliofanía y foliación	131
Figura 20. Gráfica de correlación entre temperatura y floración	132
Figura 21. Gráfica de correlación entre temperatura y floración	134
Figura 22. Gráfica de correlación entre temperatura y floración	135
Figura 23. Gráfica de correlación entre temperatura y fructificación.....	137
Figura 24. Gráfica de correlación entre precipitación y fructificación	138
Figura 25. Gráfica de correlación entre precipitación y fructificación.....	140
Figura 26. Gráfica de correlación entre temperatura y semillación	141
Figura 27. Gráfica de correlación entre heliofanía y semillación.....	143
Figura 28. Gráfica de correlación entre precipitación y semillación	144
Figura 29. Gráfica de correlación entre precipitación y foliación.....	147

Figura 30: Gráfica de correlación entre heliofanía y foliación	148
Figura 31: Gráfica de correlación entre temperatura y floración.....	150
Figura 32: Gráfica de correlación entre temperatura y floración	151
Figura 33: Gráfica de correlación entre heliofanía y fructificación	153
Figura 34: Gráfica de correlación entre precipitación y fructificación.....	154
Figura 35: Gráfica de correlación entre precipitación y fructificación.....	156
Figura 36: Gráfica de correlación entre temperatura y semillación.....	157
Figura 37: Gráfica de correlación entre heliofanía y semillación	159
Figura 38: Gráfica de correlación entre temperatura y floración.....	161
Figura 39: Gráfica de correlación entre temperatura y floración	163
Figura 40: Gráfica de correlación entre temperatura y fructificación	164
Figura 41: Gráfica de correlación entre precipitación y fructificación.....	166
Figura 42: Gráfica de correlación entre precipitación y fructificación.....	167
Figura 43: Gráfica de correlación entre heliofanía y fructificación	169
Figura 44: Gráfica de correlación entre precipitación y fructificación.....	170
Figura 45: Gráfica de correlación entre heliofanía y fructificación	172
Figura 46: Gráfica de correlación entre heliofanía y semillación	173
Figura 47: Gráfica de correlación entre temperatura y floración.....	176
Figura 48: Gráfica de correlación entre temperatura y floración.....	177
Figura 49: Gráfica de correlación entre temperatura y floración.....	179
Figura 50: Gráfica de correlación entre precipitación y fructificación.....	180
Figura 51: Gráfica de correlación entre heliofanía y fructificación	182
Figura 52: Gráfica de correlación entre temperatura y fructificación	183
Figura 53: Gráfica de correlación entre temperatura y fructificación	185
Figura 54: Gráfica de correlación entre temperatura y semillación.....	186
Figura 55: Gráfica de correlación entre temperatura y foliación	189
Figura 56: Gráfica de correlación entre temperatura y floración.....	190
Figura 57: Gráfica de correlación entre precipitación y floración	192
Figura 58: Gráfica de correlación entre precipitación y floración	193
Figura 59: Gráfica de correlación entre heliofanía y semillación	195
Figura 60: Gráfica de correlación entre heliofanía y semillación	196
Figura 61: Gráfica de correlación entre precipitación y semillación	198
Figura 62: Gráfica de correlación entre heliofanía y semillación	199
Figura 63: Gráfica de correlación entre temperatura y foliación	202

Figura 64: Gráfica de correlación entre temperatura y floración.....	203
Figura 65: Gráfica de correlación entre precipitación y fructificación.....	205
Figura 66: Gráfica de correlación entre precipitación y fructificación.....	206
Figura 67: Gráfica de correlación entre precipitación y fructificación.....	207
Figura 68: Gráfica de correlación entre Heliofanía y Fructificación	209
Figura 69: Gráfica de correlación entre heliofanía y semillación	210
Figura 70: Gráfica de correlación entre heliofanía y semillación	212
Figura 71: Gráfica de correlación entre temperatura y semillación.....	213
Figura 72: Porcentaje de floración y fructificación de <i>Eugenia halli</i>	215
Figura 73: Porcentaje de floración y fructificación de <i>Oreopanax ecuadorensis</i>	217
Figura 74: Porcentaje de floración y fructificación de <i>Polylepis reticulata</i> ..	219
Figura 75: Porcentaje de floración y fructificación de <i>Buddleja incana</i>	221
Figura 76: Porcentaje de floración y fructificación de <i>Podocarpus oleifolius</i>	223
Figura 77: Porcentaje de floración y fructificación de <i>Hedyosmun luteynii todzia</i>	225

RESUMEN

Los ecosistemas forestales de la provincia de Chimborazo, ubicados en la región Sierra Centro del Ecuador, se han visto afectados en los últimos años. Esta pérdida es producto de las necesidades de materia. Como consecuencia, las especies nativas están desapareciendo, al punto que los estadísticos, afirman, que en ciertos sectores, algunas especies se consideran extintas y otras se encuentran seriamente amenazadas; siendo el motivo del presente trabajo investigativo con respecto a las especies dosel del páramo ubicados en Jacarón, pertenecientes a la parroquia Juan de Velazco en la provincia de Chimborazo en Ecuador. El objetivo primordial del proyecto es la identificación de las especies forestales en estudio con sus respectivas épocas de: semillación, foliación, floración y fructificación, siendo necesario entender su importante relación en sus feno fases, tomando en forma particular su fase de reproducción en relación a su entorno. Para alcanzar sus variables meteorológicas, se procede a ponderar datos obtenidos de tres estaciones generadas en el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador, como: Cebadas, Juan de Velazco-Pangor y Totorillas, ya que se encuentran rodeando al sitio experimental. En la recolección de información con respecto a las especies analizadas en cada fase, se procede a elegir una muestra de tres árboles, mismos que son analizados durante un periodo de tres años, de 2015 a 2017. Mediante el uso de pruebas ANOVA al 95 % de significancia. Las hipótesis que han sido aceptadas provienen del análisis, tratamiento y discusión generadas en el estudio de las seis especies forestales.

Términos Relevantes: feno fases, variables, amenazadas, especies.

ABSTRACT

The forest ecosystems of the Chimborazo province, located in the Sierra Centro region of Ecuador, have been affected in recent years. This loss is the product of material needs. This loss is the product of material needs. As a consequence, native species are disappearing, to the point that statisticians affirm that in certain sectors, some species are considered extinct and others are seriously threatened; being the reason for the present research work with respect to the canopy species of the paramo located in Jacarón, belonging to the Juan de Velazco parish in the province of Chimborazo in Ecuador. The main objective of the project is the identification of the forest species under study with their respective seasons of: seedling, foliation, flowering and fruiting, being necessary to understand their important relationship in their pheno phases, taking in particular their reproduction phase in relation to its environment. To achieve its meteorological variables, data obtained from three stations generated in the National Institute of Meteorology and Hydrology of Ecuador are weighted, such as: Cebadas, Juan de Velazco-Pangor and Totorillas, since they are surrounding the experimental site. In collecting information regarding the species analyzed in each phase, a sample of three trees is chosen, which are analyzed over a period of three years, from 2015 to 2017. By using ANOVA tests at 95% significance. The hypotheses that have been accepted come from the analysis, treatment and discussion generated in the study of the six forest species.

Relevant Terms: pheno phases, variables, threatened, species.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Situación Problemática

Con relación al análisis forestal de la provincia de Chimborazo y las provincias alto andinas, en la actualidad uno de sus problemas más relevantes es la creciente pérdida de especies nativas, siendo estas explotadas de forma indiscriminada para satisfacer las necesidades de los centros urbanos y de los pobladores aledaños, refiriéndose especialmente en la dotación de madera, generando de tal manera una disminución notable de las especies nativas en los bosques, siendo este el motivo de la presente investigación de las especies más representativas en los bosques de Jacarón en Ecuador, por tal motivo se requiere un plan de remediación para la prevención de rodales y

materiales germoplásmicos, con el fin de conservar dichas especies forestales (Andrade, Ibáñez, & Lema, 2018).

Los bosques y el árbol en particular son los principales protagonistas que han acompañado a los seres vivos en su desarrollo, siendo esto el centro de varios pensadores que mencionan a este vegetal que se encuentra rodeando a los seres humanos, y siendo esenciales en el entorno, ya que proveen de abrigo, alimento y recursos necesarios para especies animales como para la humanidad. Por esta razón se propone dicho proyecto con el objetivo de generar diversas investigaciones fenológicas con distintas especies forestales nativas.

La falta de interés hacia las especies nativas es razón para que estas especies no posean cuidados adecuados y con el tiempo empiecen a desaparecer, generando un cambio notorio en el ambiente, por tal motivo se pretende indagar en cada una de las especies y sus diferentes fases con el fin de contar con el material germoplásmico y poder observar un desarrollo sostenible y una mejora en el ambiente.

1.2. Formulación del Problema

¿Qué relación existe entre las fases de las especies en estudio y los factores meteorológicos; en diversos pisos altitudinales?

Problemas Específicos

- ¿Se encuentra vinculada en el estudio la organografía con la fenología de las especies, en los diversos tipos de pisos altitudinales comprendidos entre los 3.200 a los 3.800 metros sobre nivel del mar?
- ¿Podría existir una correlación en las seis especies nativas estudiadas entre las feno fases y los factores climáticos, en los pisos de estudio?
- ¿Podría establecerse clases de sitios mediante el estudio fenológico de las especies nativas forestales de Jacarón?

1.3. Justificación de la Investigación

El estudio de la fenología en especies arboreas ha generado un escaso interés en dichas especies, permitiéndonos recuperar las especies y efectuar programas de importancia para la forestación de estas especies en los bosques de páramo nuboso, pero con la poca información que se posee sobre estas especies, se ha preferido optar por especies leñosas exóticas sin tomar en consideración las consecuencias que han sido evidenciadas por la forzada aclimatación a las cuales fueron sometidas, provocando de tal manera la disminución de bosques en los páramos. Es prioritario recuperar los conocimientos necesarios sobre las especies de utilidad en la recuperación florística y al mismo tiempo determinar sus principios activos de uso real y/o potencial, considerando sus características y su entorno en donde se desarrollan, en cuanto a las variables hidrometeorológicas que indican el clima

predominante en la zona, para así diseñar estrategias para su multiplicación y conservación de especies nativas, permitiendo de tal manera una contribución a la protección de estos bosques. Los avances de investigación son importantes, ya que en las áreas en donde aún se encuentran estas especies forestales nativas están desapareciendo.

A pesar de que la información actual no proporciona evidencia suficiente para generar una investigación integral y poder construir un proyecto, es relevante la incorporación de varios aspectos, los mismos que permitan diseñar actividades específicas para que la investigación sea posible y eficiente. El entendimiento y comprensión de las relaciones inter e intraespecíficas de la dinámica de las comunidades ecosistémicas forestales es de total importancia para una recuperación y manejo de la cobertura, desde una concepción temática que incluyan aspectos como: usos del suelo, agricultura, ganadería, factores meteorológicos, expansión de las poblaciones, entre otros. Los antecedentes de investigaciones forestales en ecosistemas de características similares indican la necesaria incorporación y aplicación de variables e índices ecológicos, tales como: información de las variables de crecimiento y multiplicación como son: la floración, fructificación y foliación.

La viabilidad y factibilidad de la investigación se basó en el compromiso de las organizaciones y de la población del entorno del bosque nativo, en prestar las facilidades necesarias para desempeñar las actividades de colección de material vegetativo, así como de proveer la información necesaria y los conocimientos ancestrales respecto a las especies seleccionadas, siendo esto fundamental para complementar los datos técnicos, con respecto de la caracterización del entorno, las variables meteorológicas e hidrometeorológicas; las estaciones aledañas permitieron la obtención de los datos, mediante procesos de triangulación de los datos requeridos con la finalidad de establecer la relación de los factores climáticos

con los factores biológicos, los mismos que determinaron el crecimiento de las especies nativas en estudio.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Establecer las fenofases de seis especies nativas forestales como: *Podocarpus oleifolius* (Romerillo o Guavisay), *Buddleja incana* (Quishuar), *Polylepis reticulata* (Árbol de papel), *Hedyosmum luteynii* (Tarqui o Borracho), *Eugenia halli* (Arrayán), *Oreopanax ecuadorensis* (Pumamaqui); que se encuentran en el dosel del bosque de Jacarón.

1.4.2. Objetivos específicos

Indagar la relación fenológica con la organografía de las especies forestales, en diversos pisos altitudinales comprendidos entre 3.200 a 3.800 metros sobre el nivel del mar en bosques de Jacarón.

Determinar la conveniencia entre fenofases y factores meteorológicos en diversos pisos altitudinales en donde se encuentran las especies forestales en estudio.

Identificar las clases de sitios de las especies nativas forestales en estudio de acuerdo a su fenología.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Filosófico o epistemológico de la investigación

Mediante resultados obtenidos referente al periodo y al estado reproductivo de varias especies forestales del bosque tropical secundario que fluctúan entre los 12 a 25 años, subsiguiente a la desaparición de los pasturajes. El estudio se efectuó al Norte de la Región Huetar, Costa Rica, de Centroamérica. Unas de las especies estudiadas fue la *Pentaclethra macroloba*, la especie *Xylopia sericophylla*, la especie *Goethalsia miantha*, la especie *Simarouba amara* y como ultima especie la *Vochysia ferrugínea*. Registrándose de forma mensual la variación de floración y fructificación, para lo cual utilizaron el método propuesto por Fournier (1974). Estos registros se realizaron en un lapso de 20 meses, iniciando en abril de 1998 y finalizó en noviembre de 1999. Cada especie del estudio floreció y genero frutos en el

espacio de observación. Las especies en proceso de reproducción muestreadas de todo el grupo de árboles en estudio fueron menores, la floración especificadas en tasas fue de 9.8 % como la menor y 10.8 % como la mayor tasa de fructificación. La correspondencia encontrada fue menor, enfrentando datos de precipitación con las feno fases. Se determinó que tal precipitación provocó un incremento en las flores contabilizadas de *Pentaclethra macroloba* y *Xylopia sericophylla*. La totalidad de las especies se encuentran aptas para realizar la dispersión durante y posterior al paso de la estación seca. *Pentaclethra macroloba*, frutificó con regularidad anual y su fase reproductiva fue independiente de las condiciones climáticas y más constante (Vílchez, Chazdon, & Redondo, 2004).

La fenología en la reproducción de especies forestales en el bosque tropical del municipio Tenosique, Tabasco de la ciudad de México. Entre el periodo de agosto de 2003 al año de 2005 del mismo mes de inicio, registrando como tal el periodo de florecimiento y de la producción de frutos de 75 especies de árboles que dan un total de 341 árboles individuales, en un bosque de tipo tropical lluvioso en el municipio de Tenosique, Tabasco de la ciudad México. Cinco transectos se cotejaron cada mes tomando en cuenta que un transecto tendrá una extensión de 500 m de largo por 5 m de ancho. Observando una floración bimodal, siendo coincidente con la estación seca, en marzo y abril se mostró un pico más alto y como segundo un pico más abajo en el mes de julio, cuando son bajas las precipitaciones, relativamente bajas en el mes en cuestión. Entre mayo y julio se produce el mayor número de especies productoras de frutos, llegando a su pico más alto en el mes de mayo. En las familias más comunes botánicas se notó un patrón particular fenológico. La precipitación de cada mes y el número de especies que se encuentran floreciendo y produciendo frutos no se nota una significación en su correlación, esto quiere decir que los árboles se encuentran floreciendo y fructificando durante todo el ciclo anual, con un incremento estacional de ambos fenómenos fenológicos en los periodos que se observa de secado. Por lo tanto, se concluye que los patrones fenológicos entre todos los individuos son variados entre los años además que estacionalmente no están

correlacionados. Para recolectar semillas de acuerdo con los diferentes grupos de especies o los diferentes individuos estos datos son de relevancia para realizar la programación de este proceso, que formara parte de las prácticas de manejo y conservación de la flora (Ochoa, Pérez, & De Jong, 2008).

El humedal forestal de turba es muy común en el delta del río Patía, ubicado en el sur de Colombia hacia el Pacífico, forma parte de lo que se denomina Chocó biogeográfico. Su característica fundamental es un sistema complejo de poblaciones vegetales de baja intensidad de floración y muy resistente a la inundación que puede ser provocada por la subida de aguas subterráneas en plantíos, por una repentina subida en el nivel freático. El análisis de los lapsos de tiempo en las que suceden los eventos denominados como fenológicos fundamentales de los individuos en estudio (árboles) como el crecimiento, el brote y por último la caída de las hojas, el florecimiento o producción de flores y los frutos, al igual como la relación con las variables del clima, se constituyen en una herramienta fundamental del diseño de programas de repoblación, conservación y planes de manejo de las especies estudiadas que permitieron establecer las épocas más idóneas para la caracterización ecológica (Urrego & Valle, 2001).

Se han realizado investigaciones con la participación de un gremio de productores agrícolas denominado San Antonio de Pollongo, en los bosques de las comunidades que se encuentran en el área de estudio de aproximadamente 105 hectáreas, en las mismas que fueron identificadas especies forestales indígenas en mayor cantidad. El área de estudio denominada Jacarón, se localiza en la parroquia Juan de Velasco o conocida como Pangor, que pertenece al cantón Colta en la provincia de Chimborazo.

Mediante investigaciones realizadas por varios docentes pertenecientes a la Universidad Nacional de Chimborazo de la Facultad de

Ingeniería, pudieron dar a conocer un inventario dendrológico forestal de las 34 especies de bosque natural primario que han sido detectadas, las mismas que no poseen algún tipo de intervención antropogénico que pueda causar su crecimiento o degeneración. Se ha identificado la presencia de plántulas en las especies forestales, que han sido producto de su regeneración natural. El estado natural de los bosques y su mantenimiento ha sido gracias a sus condiciones ambientales del lugar y a su difícil acceso hacia los mismos, permitiendo la conservación de su flora y fauna que es representativa (Burbano, Apugllón, & Burbano-Salas, 2015).

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Área de Estudio

El acceso al dosel se lo realiza mediante un ingreso desde Balbanera por la Troncal de la Costa, en carretera asfaltada hacia la comunidad denominada Hierba Buena y de ese punto por una vía lastrada podemos acceder a la denominada Asociación de Productores de San Antonio de Pollongo específicamente al centro de esta. En aquel punto central, podemos divisar una gran parte de todo este bosque nativo.

2.2.2. Factores Abióticos

SUELO

La parroquia presenta extensas áreas de páramo, bosque natural y exótico, cultivos y pastos a comparación de áreas mínimas ocupadas por su población, zonas topográficas y minas sin uso. Uno de sus principales problemas es la quema intensiva de vegetación, ya que esto genera una modificación visible en la estructura de su suelo y su composición botánica dificultando que el sistema radicular de las plantas se oxigene. No obstante, el no cuantificar las consecuencias de sus múltiples actividades de tipo antrópicas, se puede denotar que sin la presencia de disturbios en un páramo se posee una capacidad mayor de almacenamiento de agua a diferencia de un suelo que se encuentre deteriorado. Posee suelos negros, profundos, francos con un espesor entre 0 y 50 cm, los mismos que son derivados de materiales piro clásticos (Andrade, Ibáñez, & Lema, 2018).

CLIMA

Su clima es variado, puede ir del mayor frío a un clima subtropical muy cálido, ya que se encuentra en una zona ecuatorial de alta montaña, con una precipitación al año entre 1.250 y 1.500 milímetros, con una temperatura entre los 10 °C (Andrade, Ibáñez, & Lema, 2018).

AGUA

En los páramos de las parroquias: Columbe, Cañi, Juan de Velasco, Sicalpa, existen fuentes de agua proporcionadas por las cuencas hidrográficas de los ríos: Sasapud y Llinilín, los mismos que permiten la generación de agua para consumo humano, riego y generación eléctrica. En Jacarón existen zonas que contienen agua formados por dos vertientes denominadas Rodeo – Chupa y Puebla – Chupa, las mismas que desembocan en el río denominado Pangor, esta agua es utilizada para uso de tipo doméstico, barreño de animales y para riego (Andrade, Ibáñez, & Lema, 2018).

RIESGOS

En todos los meses del año existen riesgos en la mayoría de zonas pertenecientes a la parroquia Juan de Velazco, principalmente en los meses de noviembre, existe la presencia de repetidos eventos adversos como son las heladas, vientos huracanados y sequias; en ocasiones frecuentes existe presencia de incendios, deslaves y pocas inundaciones, los mismos que ocasionan daños a sus moradores, ya sea en sus cultivos y viviendas, esto se debe a su falta de protección contra estos fenómenos.

2.2.3. Factores Bióticos

FLORA

Con la presencia de 3 especies de tipo arbustivas, arbóreas y herbáceas, estas fueron determinadas por zonas como:

- a) Zona 1, de páramo en la que encontramos un total de 170 especies.
- b) Zona 2, de río y quebradas en la que encontramos un total de 196 especies.
- c) Zona 3, de producción agropecuaria en la que encontramos un total de 52 especies.
- d) Zona 4, de bosque en la que encontramos un total de 72 especies.

En el uso principal que se les da a estas especies es: alimentación humana y de las especies catalogadas como mayores y menores del reino animal, medicinal, para uso como leña y para construir viviendas.

Flora presente: entre la flora más característica de este sector tenemos *Calamagrostis effusa*, *Huperzia talpiphila*, *Gentiana sedifolia* cabe

destacar que sus nombres corresponden a su nomenclatura científica así tenemos *C. Spp*, *Festuca spp* (*Poaceae*), *Hypochaeris spp*, además tenemos *Baccharis spp*, *Chuquiraga jussieui* una planta muy conocida en el entorno, *Oritrophium peruvianum*, *Gentianella selaginifolia*, por ultimo tenemos *G. cerastiroides*, *Helania spp* (*Gentianaceae*), entre la flora principal que podemos presentar, ya que existe un número mayor al citado aquí. (Borja & Lasso, 1990).

FAUNA

Las diferentes especies en los que se refiere a fauna se han definido en zonas en concordancia a las zonas definidas para la flora en un apartado anterior, en este caso para la parroquia denominada como Juan de Velazco, se definieron las siguientes:

- a) Zona 1, de páramo en la que encontramos un total de 80 especies.
- b) Zona 2, de río y quebradas en la que encontramos un total de 83 especies.
- c) Zona 3, de producción agropecuaria en la que encontramos un total de 24 especies.
- d) Zona 4, de bosque en la que encontramos un total de 32 especies.

En las zonas que fueron establecidas, por lo general las especies predominan mayormente son: aves con un 51,83 %, mamíferos con 29,82 %, reptiles y anfibios con 16,97 % y peces en menor cantidad con 1,38 %.

2.3. Relación de la fenología con la agrometeorología

Actualmente existen varias fuentes en las que podemos encontrar investigaciones relacionadas con factores ambientales que se encuentran inmersos en el rendimiento de cultivos, tomando en consideración el tiempo de los mismos como son los DDS (días después de la siembra). De acuerdo con investigaciones se ha podido denotar la presencia de cambios en plantas forestales con similares genotipos, esto se debe a su ciclo biológico y sus factores ambientales que lo rodean, presentando bajos estados de desarrollo, siendo importancia el uso de escalas fenológicas agrícolas por parte de los productores agrícolas como de los mismos investigadores (Infoagro, 2017).

En la antigua China existieron observaciones de acontecimientos fenológicos que no fueron considerados de gran importancia, por tal motivo en 1958 el biólogo belga Charles Morren fue quién dio el primer uso al término fenología. Andrew Hopkins en 1918, estableció la ley Bioclimática, la misma que en el año de 1938 sería ampliada, las observaciones fenológicas son recomendadas en lugar de las observaciones de tipo meteorológicas en la vida de las plantas. Pero según los autores (Infoagro, 2017).

De acuerdo a (Volpe, 1992), denomina a la fase como la aparición, transformación o desaparición rápida de los órganos vegetales. Siendo la floración, brotación, consideradas como verdaderas fases fenológicas.

2.3.1. Aplicaciones

A fin de alcanzar diversas conclusiones con relación de la aplicación en observaciones fenológicas, se puede dar a conocer dos formas, las mismas que son descritas a continuación (Alcántara R. , 1987):

Las Variables Independientes: Estas variables son empleados mediante investigaciones de factores microclimáticos, siendo tratados de forma independiente sin considerar su ambiente local. Se puede realizar una comparación de eventos en diversas especies forestales que se encuentren presentes en un mismo lugar y tiempo (Infoagro, 2017).

Las Variables Dependientes: Son variables que se emplean en acontecimientos fenológicos en la flora y fauna, dando a conocer el estado de algunos factores ambientales, lo que permite llegar a una predicción de la relación de las especies vegetales que se desean investigar con los factores ambientales del lugar de estudio (Infoagro, 2017).

2.3.2. Agrofenología y sus técnicas múltiples

Tiempo atmosférico (elementos) y acontecimientos fenológicos: Se debe a dos eventos fenológicos críticos como la temperatura y precipitación; siendo empleada la temperatura como una medida del ambiente muy utilizado como son las temperaturas, tanto vertical, externas, de inversión y del suelo, permitiendo determinar si el crecimiento vegetal se encuentra afectado (Alcántara R. , 1987) En el caso de la precipitación, la precipitación extrema es utilizada como una medida de estudio, los días lluviosos contabilizados en número y eventualmente también se tomaría en cuenta la frecuencia (Infoagro, 2017).

Formulación empírica: En esta sección se encuentran relacionados los factores ambientales con los eventos fenológicos mediante la formulación matemática, ya que es necesario la conversión de sus datos mediante la aplicación de una fórmula dada para así determinar sus coeficientes, sin involucrar el desarrollo funcional de las leyes físicas y fisiológicas (Alcántara R. , 1987). Siendo recomendados por Schnelle y Volkdert, los jardines Fenológicos Internacionales, son establecimientos internacionales a gran escala, para realizar estudios internacionales comparativos mediante el uso de grupos de plantas genéticamente heterogéneas resistentes (Infoagro, 2017).

2.4. Factores agrometeorológicos y su comportamiento anual

Mediante el sistema con el que se realiza el monitoreo del clima, se puede capturar los datos que de un u otra manera pueden influir en la fenología de las diferentes variedades de plantas mediante los factores meteorológicos como: la radiación solar, horas de frío, precipitación. Siendo el clima un importante factor en la ecología de la zona, constituyendo así herramientas de ayuda para la correlación de los factores con las variables fenológicas, por tal motivo el uso de anuarios proporcionados por la Estación Meteorológica ubicada en la parte posterior de la Facultad de Recursos Naturales de la prestigiosa Escuela de educación Superior Politécnica de la provincia de Chimborazo (ESPOCH), son de gran ayuda, ya que nos permiten llevar a cabo las acciones mencionadas (Tiupul & Arévalo, 2018).

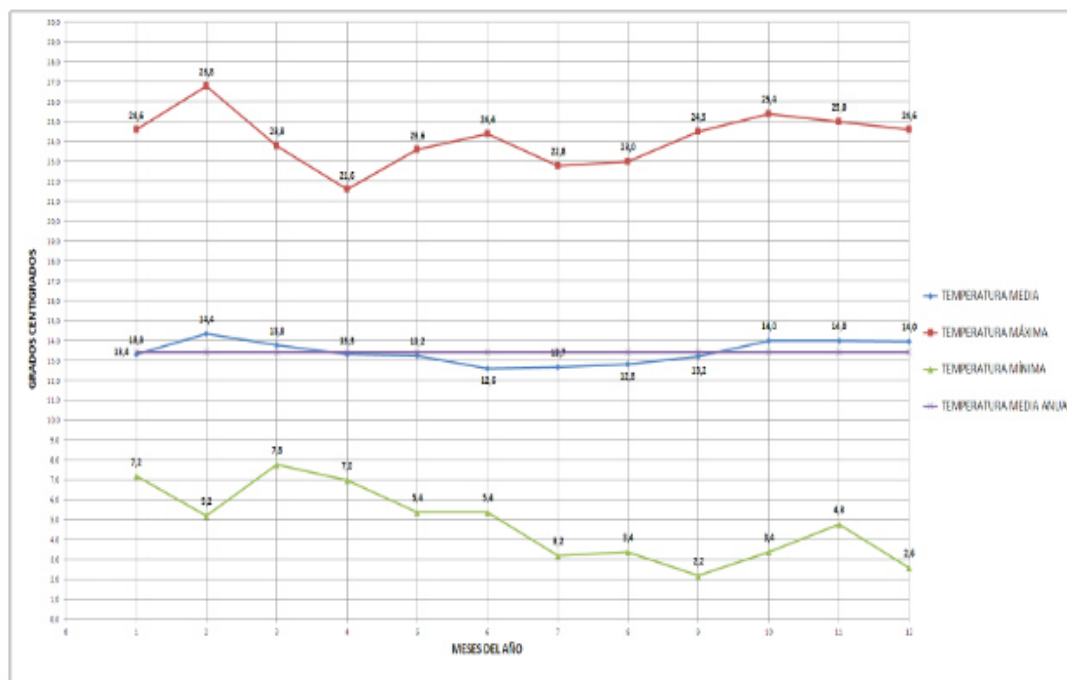


Figura 1. Promedio para el 2015 de la temperatura del aire.

Fuente. (ESPOCH., 2015).

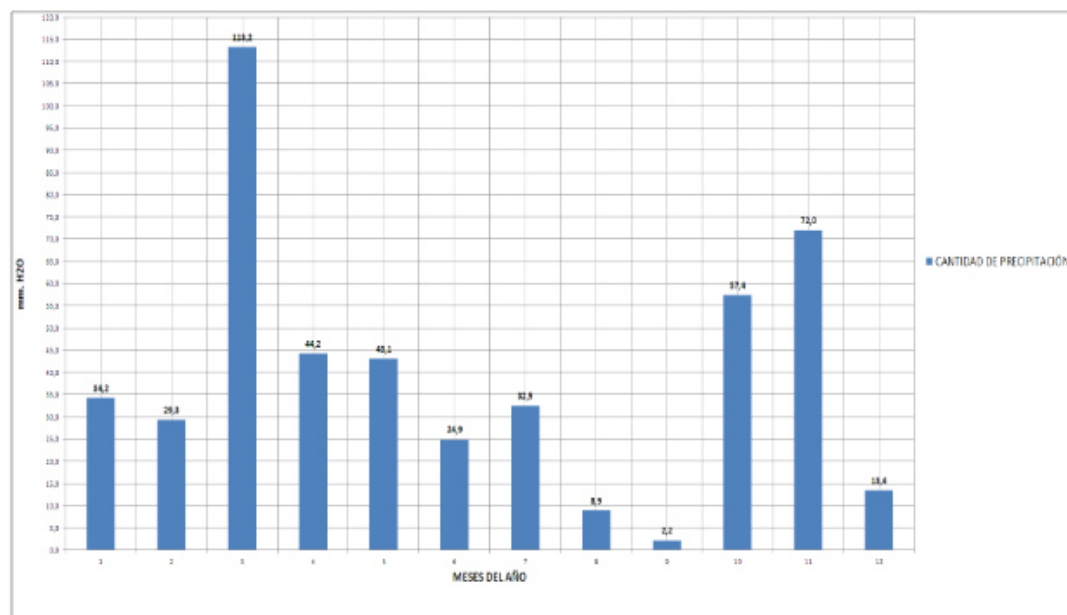


Figura 2. Precipitación acumulada atmosférica para el 2015.

Fuente. (ESPOCH., 2015).

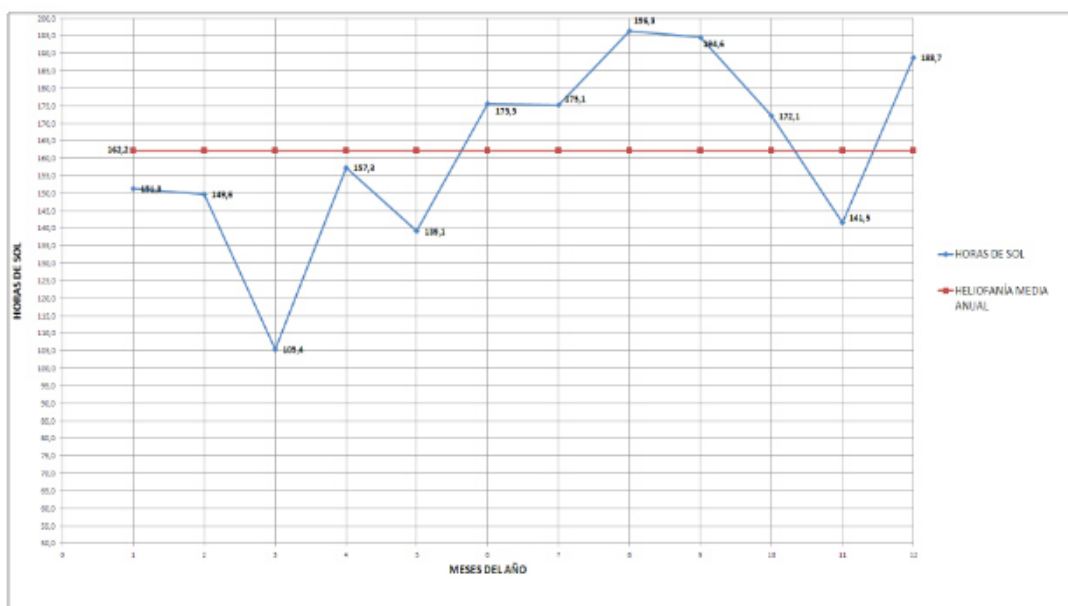


Figura 3. Horas sol para el 2015 y heliofanía media

Fuente. (ESPOCH., 2015).

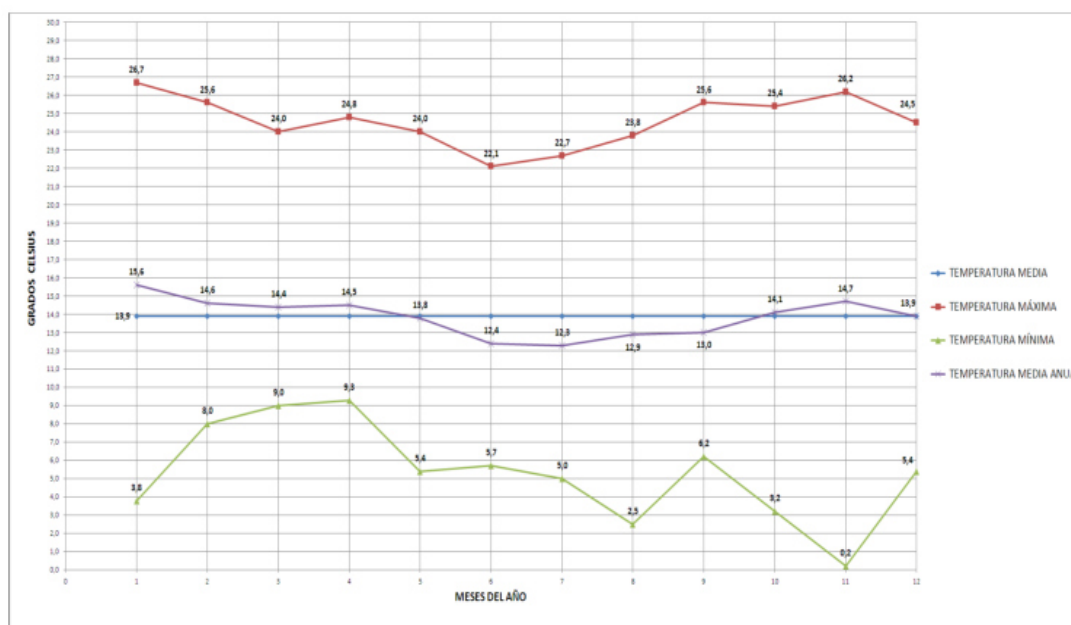


Figura 4. Promedio del 2016 para la temperatura del aire.

Fuente. (ESPOCH, Estación Agrometeorológica, 2016).

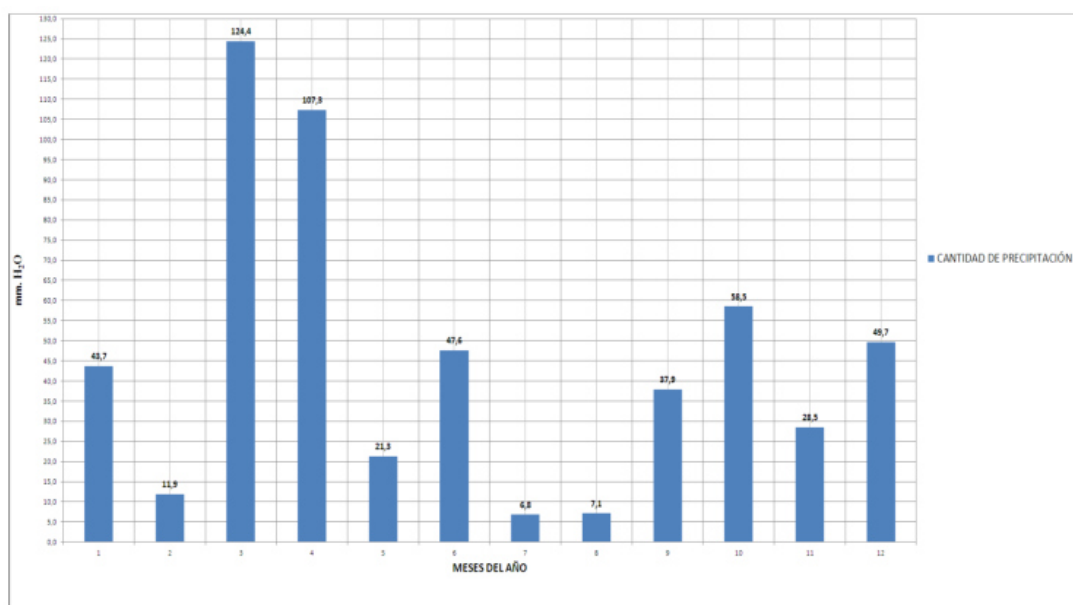


Figura 5. Precipitación acumulada atmosférica para el 2016.

Fuente. (ESPOCH, Estación Agrometeorológica, 2016).

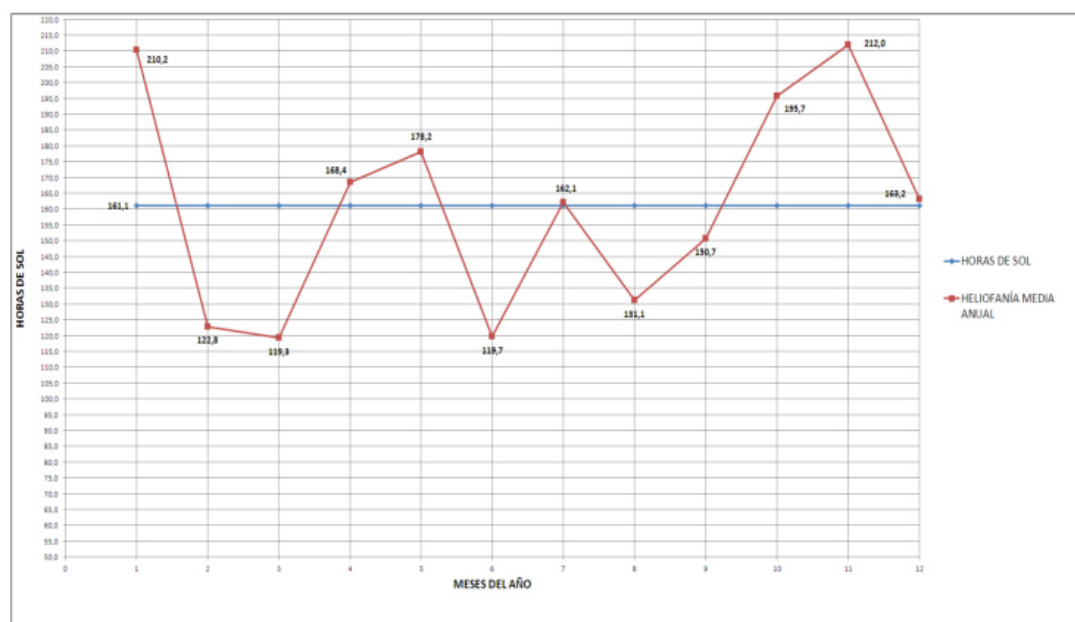


Figura 6. Horas sol para el 2016 y heliofanía.

Fuente. (ESPOCH, Estación Agrometeorológica, 2016).

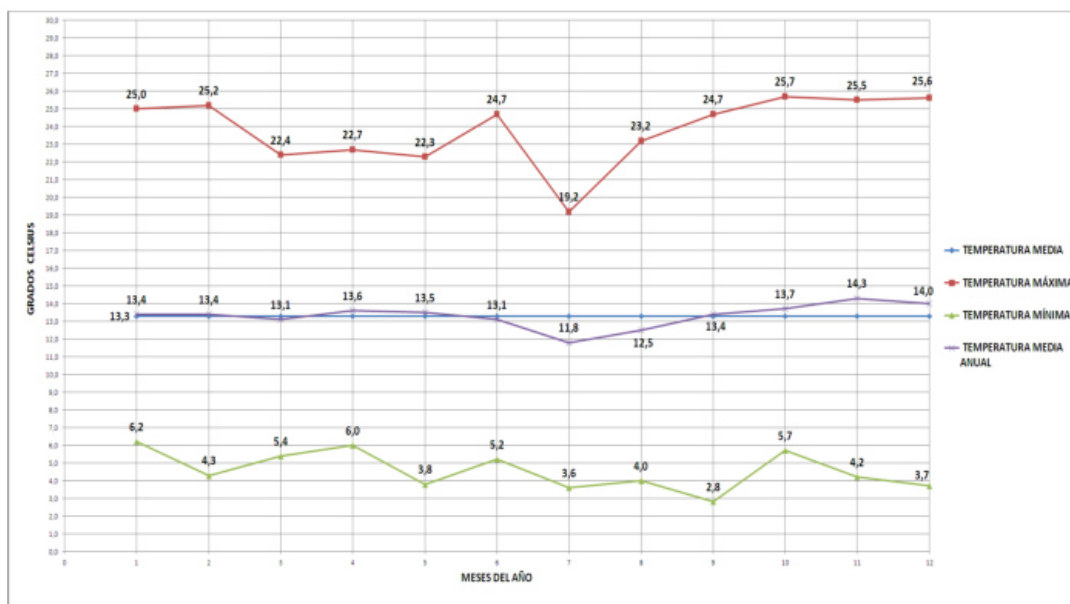


Figura 7. Promedio del 2017 para la temperatura del aire.

Fuente. (ESPOCH, Estación agrometereológica, 2017).

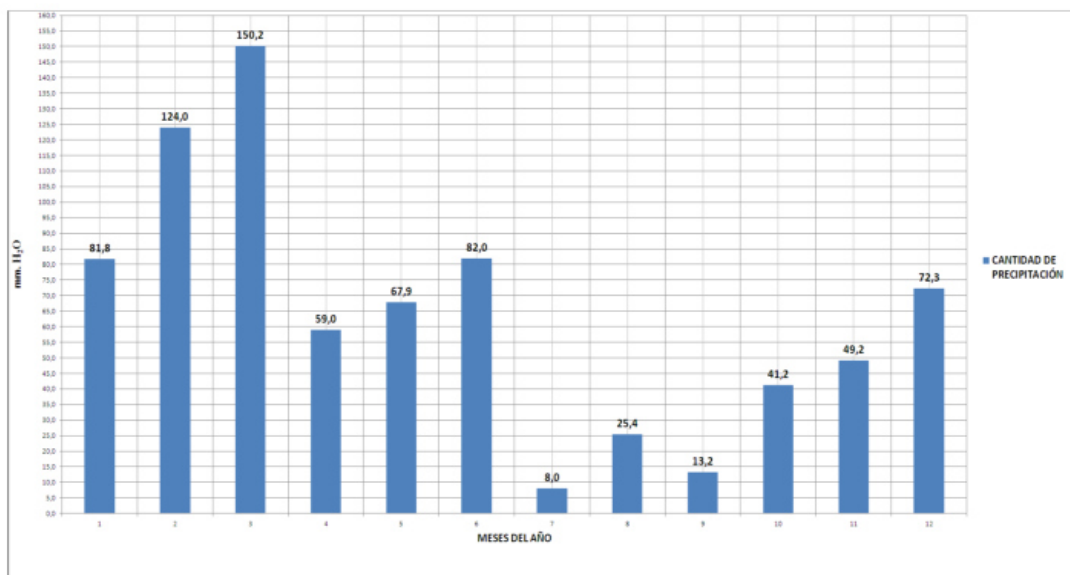


Figura 8. Precipitación acumulada atmosférica para el 2017.

Fuente. (ESPOCH, Estación agrometereológica, 2017).

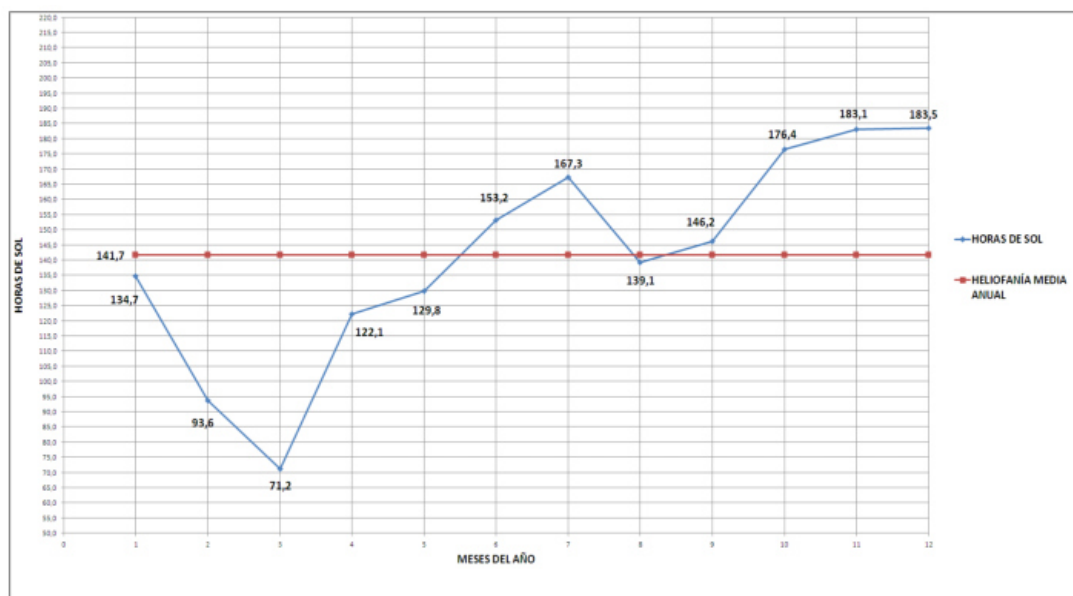


Figura 9. Horas sol para el 2017 y heliofanía media.

Fuente. (ESPOCH, Estación agrometereológica, 2017).

2.5. Descripción botánica de las especies forestales estudiadas

2.5.1. Fenología de la especie forestal “Pumamaqui” (*Oreopanax ecuadorensis*).

La taxonomía para la especie Pumamaqui es la siguiente: Especie perteneciente al Reino Plantae, División Magnoliophyta, Clase Angiospermae, Subclase Magnolopsida, Orden Apiales, Familia Araliaceae, Género *Oreopanax*, Nombre Científico *Oreopanax ecuadorensis* (Yáñez González, 2011).



Imagen 1. Especie Pumamaqui en desarrollo.

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

- **Distribución de la especie y su hábitat**

Esta especie denominada Pumamaqui, un árbol nativo en Ecuador que se encuentra en peligro debido a su falta de protección se encuentra habitando de forma dispersa a lo largo del callejón interandino, ubicados en alturas entre 2000 y 2600 m.s.n.m. (Vázquez, 2011). No es considerada como una especie dominante, pero prefiere habitar en suelos húmedos y crece entre 2000 y 3200 m.s.n.m. Generalmente se los puede encontrar a 3200 y 4000 m.s.n.m. en bosques andinos y alto andinos (Bussmann, 2005).

- **Distribución en el Ecuador**

Actualmente no existe una distribución exacta de esta especie. Mediante la presente investigación nos permitió obtener información en base a diversos estudios con relación a la especie, señalando su ubicación dispersa en los páramos del callejón interandino, en la región Sierra del Ecuador, con una altura entre 2.000 a 4.000 m.s.n.m. A pesar de que se presenta de una manera irregular y de no ser considerada como una especie dominante debido a su compleja reproducción y expansión, esta especie se desarrolla en los Bosques Altomontanos del norte de los Andes y en los bosques Altoandinos Húmedo del mismo Norte de los Andes. Esta especie nativa la podemos encontrar entre las provincias norteñas y centrales del Ecuador, más específico en las provincias del Carchi, la provincia de Imbabura, provincias frías como también Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Napo además Bolívar, Chimborazo, Loja y Azuay. La especie se distribuye ampliamente en la zona norte de la región andina. En Ecuador se ha identificado a esta especie forestal en diferentes parques naturales que protegen la vegetación andina (Vázquez, 2011).

- **Estado de conservación de la especie**

Se puede identificar como una especie bajo Riesgo con menor preocupación al Pumamaqui, ya que se encuentra difundida de las clasificaciones para los estados de conservación elaborada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, que compila la llamada Lista Roja de la UICN de especies amenazadas. A su vez, existen diversas instituciones, movimientos, organizaciones y fundaciones que incentivan a la preservación y protección de este tipo de especies como es: Sembrando esperanza de la ciudad Quito capital del Ecuador, Riomasvos, Clic, Kitulectivo

y el club ambiental UISEK, los ecologucos UCE, UPS, de Ecología Aramacao–USFQ, COCOA, Reserva Ecológica Cayambe–Coca, Reserva Ecológica Cotacachi – Cayapas, Reserva Ecológica El Ángel y áreas cercanas al Parque Nacional Sangay (Vázquez, 2011).

- **Descripción Botánica**

La especie Pumamaqui posee un crecimiento monopodial y su fuste tiene forma cilíndrica, mide entre 10 y 15 metros de altura y su DAP es de 25 a 35 cm, la corteza es lisa en su exterior, mantiene un color blanco plumizo, lenticelada con un espesor de unos 0,58 cm, se desprende fácilmente de la albura. Su predominante ramificación simpodial que va de 6 a 12 ramas que crecen de manera horizontal. Su área foliar es mayor debido a la presencia de luz es mayor su proceso de fotosíntesis ayudando a la planta en su crecimiento. Sus hojas que forman hélice sobre su tallo es decir que se pueden encontrar de forma helicoidal alterna en otras palabras esparcidas sobre el tallo. Sus hojas son simples pecioladas de color verde, miden entre 10 y 15 cm, con su borde dentado, base con nervadura palmatinervada, y su principal nervadura en el envés se encuentra bien pronunciada, la longitud de su lámina foliar va entre los 15,9 cm de longitud y 12,4 cm de ancho. Sus flores se encuentran en racimos terminales de 15 a 5 cm, con su pedúnculo de 1 a 2,5 cm (Carrillo & Mosquera, 2016).



Imagen 2. Yemas foliares de Pumamaqui.

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

El sistema reproductivo del género *Oreopanax* está definido como un polígamo dioico, con flores de un solo sexo y hermafroditas (Nicholls, 2008). Las encontramos sostenidas por bractéolas pubescentes de tubo floral que se encuentre unido al ovario (Ledesma, 2010), con su drupa carnosa y semillas recalcitrantes. A nivel de cambo se propaga de forma poco efectivas sexual y asexual. Al pertenecer a la clase angiosperma, su reproducción es sexual ya que favorece la producción de individuos genéticamente nuevos, generando variabilidad genética en las poblaciones. Su polinización es por medio de dípteros, ya que al poseer sus pétalos libres su néctar es fácilmente disponible, sin olor fuerte. Los vectores de dispersión son abióticos de forma general e inespecíficas, a su vez posee un método de dispersión Barocoria y escasamente Zoocoria, siendo un método efectivo ya que sus frutos y semillas por efecto de su peso y gravedad caen al suelo (Yáñez González, 2011).

- **Etapas de crecimiento**

Los escasos de la especie forestal Pumamaqui se debe a su poco rendimiento en su germinación y propagación mediante el uso de estacas ya que se debe al tiempo en el que se demora la especie en crecer, su forma de reproducción es sexual y asexual con baja eficiencia para su reproducción masiva. Pero la germinación de sus semillas se puede dar in vitro en un lapso de 36 y 46 días. Posee un porcentaje de germinación entre el 22% al 40 % con una sobrevivencia menor al 50% cuando sus plántulas se encuentran entre 12 y 30 cm de altura. A los dos meses se realiza el trasplante, y a sus 12 meses alcanza una altura promedio de 15 cm, estando lista para su plantación definitiva con ayuda de estacas leñosas con rendimiento del 16 % (Ordoñez, 2004). La máxima fructificación la vemos entre julio y agosto, con una disminución de esta en los meses de diciembre a enero (Nicholls, 2008).

- **Etapas de la especie (yemación, foliación, floración, fructificación, semillación).**

Sus flores son sésiles o pediculadas, unido con antenas muy versátiles y oblongas al ovario su tubo floral obcónico, con cinco estilos que persiste en el fruto (Acosta, 1960). Durante la primera floración los árboles jóvenes hasta los 5 años de edad sus yemas permanecen inactivas, mientras que en el periodo de floración y fructificación puede variar de acuerdo al lugar en el que se encuentre, como en el caso de Tepeyac – Pangor en la Cordillera Occidental su periodo de floración a fructificación es cerca de tres meses de febrero a abril, mientras que en la Cordillera Oriental su fructificación se da en el mes de julio. En la provincia de Imbabura, Monaja, su periodo de florecimiento se da a finales del mes de junio, y en ciertas ocasiones florece entre los meses de noviembre hasta abril. En Cotopilaló, en los meses de

noviembre a diciembre son considerados las más óptimas épocas para recolectar sus semillas (Acosta, 1960).



Imagen 3. Masa foliar protectora de yema floral.

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

- **Factores meteorológicos e incidencia de las regiones y pisos altitudinales.**

El crecimiento del género *Oreopanax* se ha notado en todos los pisos altitudinales, ubicados en hondonadas, en pronunciadas pendientes y en zonas altas junto a vertientes que tienen suelos buenos y de tipo rocoso. Esta es una especie que se encuentra distribuida en las remanentes de la región andina del norte, con un clima templado en los valles y un clima muy frío en los páramos con un promedio de temperatura de 12 °C, ya que para germinar necesita humedad, pero el exceso de esta puede causar que se pudra si también se incluye el oxígeno. En el caso de la germinación de su semilla es

mediante una respiración anaerobia, por tal motivo es necesario una buena oxigenación ya que favorece en el crecimiento de bacterias anaerobias, las mismas que ayudan en su nutrición. En el caso de una temperatura que se aproxime al punto de congelación de 0 °C o asciendan a más de 46 °C sus semillas no podrán germinar, es recomendable que se encuentren entre los 22 y 30 °C. Requiere un rango de lluvia media de 750 a 1,250 mm, con una velocidad de viento alrededor de 13 m/s hasta los 19,4 m/s y dirección sur este. Esta especie se encuentra localizada especialmente en las provincias de Carchi, Chimborazo, Loja, Bolívar, Napo, Pichincha, Imbabura, y Tungurahua, ya que la madera del *Oreopanax* es utilizada por sus moradores como leña y para construir locales (Cunalata & Pomboza, 2014).

2.5.2. Fenología de la especie forestal “Quishuar” (*Buddleja incana*).

La taxonomía para la especie Quishuar es la siguiente: Especie perteneciente al Reino Plantae, División Magnoliophyta, Clase Angiosperma, Subclase Magnolopsida, Orden Gentianales, Familia Biddlejaceae, Género *Buddleja*, Nombre Científico *Buddleja incana* (Benenaula, 2007).



Imagen 4. Latizal de árboles de Quishuar.

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

- **Distribución de la especie y hábitat.**

La especie denominada Quishuar, es una especie forestal nativa del Ecuador, se ubica en la parte alta de los Andes, en las provincias de Chimborazo, Pichincha, Tungurahua, Azuay, Imbabura y Loja. Ya que es una especie forestal apreciada por sus usos. El Quishuar es un denso bosque que constituye una de las franjas superiores del bosque nublado andino que limita al páramo, oscila su altura entre 5 metros de alto hasta 12 metros, conformado por ramificados arbustos y arboles pequeños con hojas reducidas, con flores agrupadas en cabezas y frutos pequeños de 5 a 6 mm de longitud (Jiménez, Barrera, Huachi, Vera, & Caicedo, 2020). Se pueden desarrollar entre los 2300 y 3400 m.s.n.m, con una temperatura entre los 2 °C y 18 °C. En la actualidad lo podemos encontrar en el bosque natural en forma de islas, en suelos con pronunciadas pendientes y quebradas naturales, esto se debe a varios factores provocados por deslaves, derrumbes, transformaciones a suelos agrícolas y desastres naturales. Lo que provoca un riesgo para la sobrevivencia de estos bosques. El rango de distribución de la especie oscila entre los 1400 m hasta los 4200 m en formaciones de bosque seco a subhúmedo (Garin, 2014).

- **Estado de conservación de la especie.**

La propagación del Quishuar en la Sierra Central y Sur del Ecuador, se lo realizó entre los años 1980 y 1990 mediante programas cativos de reforestación, ya que esta especie se encontraba en peligro de extinción. A partir del 2009 con ayuda del INAP y su Programa de Forestería Nacional, se ejecutó denominado proyecto: Iniciativa interinstitucional de investigación/desarrollo agroforestal participativo para la protección y manejo sostenible del suelo en la micro cuenca del río Chimborazo; con el simple propósito de poder evaluar y promover la incorporación de árboles de usos múltiples y arbustos de usos múltiples (AUM) en los diferentes sistemas agroforestales con el fin de proteger y gestionar la micro cuenca y a su vez generar protección para la conservar las especies. Los programas activos de deforestación han podido propagar al Quishuar en el centro y sur sierra del país, indicando así una buena recuperación en la cobertura del Quishuar, en la actualidad la especie se encuentra aparentemente fuera de peligro (Garin, 2014).

- **Descripción Botánica**

El Quishuar es un árbol con raíces pivotantes engrosadas y follaje tupido, con un fuste muy ramificado, llegara aproximadamente a medir entre los 8 metros y los 12 metros de altura, el diámetro del pecho (DAP) llega a los 50 centímetros hasta un metro de altura. Sus hojas son gruesas de color verde, con un envés pubescente de color blanco y cubierta por diminutos pelos suaves al tacto, miden entre los 13 y 15 cm de largo y 2,3 a 5 cm de ancho, posee un borde finamente dentado (Garin, 2014).



Imagen 5. Yemas foliares con ramas y hojas de Quishuar.

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

Posee flores pequeñas hermafroditas de color amarillo-anaranjado, agrupadas en racimos entre 15-40 flores, tiene pétalos que forman una especie de tubo corto con la presencia de 4 estambres y un pistilo, el fruto lo encontramos en forma de cápsula, drupa o baya, dependiendo de su especie. Pero normalmente se lo encuentra de forma ovoide y pequeño de longitud entre 5-6 mm, con gran cantidad de semillas diminutas aproximadamente entre unos diez millones por kilogramo, estas semillas son de color rojizo visibles a la vista (Garin, 2014). Se reconoce principalmente a la especie por que mantiene un porte entre pequeño y mediano, sus hojas tienen una textura suave como de terciopelo lanceoladas, coriáceas, alargadas y sus flores pequeñas y abundantes f (Llanga & Abdo, 2014).



Imagen 6. Quishuar en fase de floración

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

- **Etapas de la especie (yemación, foliación, floración, fructificación, semillación).**

Esta especie posee tres épocas: yemación, agostamiento y floración, las ultimas se encuentran ligas entre sí, ya que dan lugar a nuevas hojas, en el caso de la época de agostamiento el mismo que se da en el mes de agosto, cuando sus tejidos vegetales llegan a transformarse con la inminente caída de sus hojas en tejidos leñosos, dando paso mediante brotes a la yemación, hojas, botones de flor, ramas y las raíces. De esto se mantiene registros de floración entre mayo y septiembre; de la etapa de fructificación entre los meses de junio y agosto (Garin, 2014).

- **Factores meteorológicos e incidencia de los pisos y regiones latitudinales.**

La especie Quishuar se desarrolla en regiones con presencia de humedad entre los 70 % y 90%, pero resiste humedades relativas hasta los 50%, esto depende directamente de la morfología interna que posee la especie forestal, ya que se encuentra ocupando diversas formaciones ecológicas como la estepa Montano (e-M), bosque húmedo Montano (bh-M), bosque muy húmedo Montano (bmh-M). En cuanto a su desarrollo en los pisos altitudinales depende de su área foliar, ya que posee un alto grado de tolerancia al desarrollarse a bajas temperaturas y con una alta radiación. En cuanto al desarrollo de sus hojas dependen de la retención de agua ya que ayudan en la disminución de la radiación en zonas altas, y en el caso del aislante térmico en las zonas bajas, se debe a su pubescencia y cutícula gruesa e impermeable que posee en su desarrollo. Se ha demostrado que a lo largo de gradientes altitudinales las especies forestales pueden llegar a modificar su estructura externa como el tamaño foliar, la densidad estomática y el grosor de las hojas, lo que les permite mitigar las condiciones estresantes, típicas de la zona en donde se desarrollen (Molina, 2008).

2.5.3. Fenología de la especie forestal “Romerillo” (*Podocarpus oleifolius*).

La taxonomía para la especie Romerillo es la siguiente: Especie perteneciente al Reino Plantae, División Tracheophyta, Clase Coniferopsida, Orden Coniferales, Familia Podocarpaceae, Género Oleifolius, Nombre Científico *Podocarpus oleifolius* (Llanga & Abdo, 2014).



Imagen 7. Especie conífera única de Ecuador, Romerillo

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

- **Distribución de la especie y hábitat**

La especie forestal romerillo crece a una altura entre los 2200 a 4300 m.s.n.m., se encuentra formando parte del bosque montano bajo muy húmedo y el bosque pre montano muy húmedo, crece en zonas con precipitación promedio anual mayor a 1000 mm, esta especie la encontramos en Venezuela, Colombia, Perú y Ecuador (Llanga & Abdo, 2014).

- **Distribución en el Ecuador**

El romerillo es una especie forestal que se encuentra distribuida en varias provincias de la Sierra como: Napo, Chimborazo, Imbabura la provincia Pichincha, Sucumbíos, la provincia de Zamora Chinchipe y Carchi, siendo provincias con una altura entre los 1800 y 3000 m.s.n.m., como el *P. oleifoliud*

y el *P. pendifolia* en la provincia de Azuay (Borja & Lasso, 1990). En la provincia de Chimborazo específicamente en el sector páramo de Urbina, Pangor y Mocha esta especie de romerillo se desarrolla debido a su adaptabilidad al clima frío (Yépez & Vizcaíno, 2016).

- **Estado de conservación de la especie**

Hace referencia a la probabilidad que posee una especie para su supervivencia de acuerdo al sitio en el que se encuentre. Debido a la exposición de esta especie ante amenazas de deforestación y explotación de su madera, se lo ha considerado como una especie vulnerable (VU), para lo cual se ha aplicado varias técnicas modernas para su multiplicación, siendo estas la callogénesis y embriogénesis somática con el fin de para mejorar y conservar sus especies coníferas. Existen varios géneros de la especie del Romerillo, un total de 12 géneros, siendo ubicadas en varios sectores de acuerdo a sus condiciones de desarrollo (Franco, Clavijo, & Rojas John, 2018).

- **Descripción Botánica**

El romerillo es una especie forestal que mide 15 metros de altura, se desarrolla en zonas frías y altas, su tronco es asimétrico con pequeños brotes recubiertas generalmente por una buena cantidad de musgo, bejucos o helechos provenientes de sus yemas preventivas, también puedes estar recubiertas de bromelias. Su corteza externa es de color gris claro con

rugosidades en comparación a su interna que se muestra con un color amarillo claro, de textura fibrosa y de un sabor amargo. Posee una ramificación piramidal o cónica, su ápice principal es indefinido debido a sus ejes de primer y segundo orden. Posee hojas son simples alternas y espiraladas de color verde oscuro con una inserción alterna sobre el nervio central, terminando en una punta espinosa, sus conos masculinos axiales son cilíndricos. En esta especie su polen son granos finos, los mismos que ayudan a la reproducción en sus flores. Su fruto es una drupa de color verde con su semilla ovoide que posee una longitud de 6 a 10 mm y un ancho de 4 a 6 mm, con una diminuta cresta lisa (Calvas, 2018).



Imagen 8. Especie masculina Romerillo con yemas florales.

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

- **Etapas de crecimiento**

El florecimiento de esta especie forestal se da a mediados del mes de septiembre y en los primeros días del mes de febrero, en el caso de su fructificación, se da en el mes de noviembre y a mediados de marzo, esta producción mayor de conos de un color verde y ya maduros se da en enero y marzo. En el mes de junio existen los mejores rendimientos en la plantación de la especie forestal, esto depende de la distancia entre cada especie forestal, de un buen suelo que conserve mejor la humedad (Rodríguez, y otros, 2005).

- **Etapas de la especie (yemación, foliación, floración, fructificación, semillación).**

En el romerillo, estas etapas se dan mediante la formación organogénesis indirecta de embriones somáticos hasta la formación embriogénica somática indirecta. Desde su punto de vista funcional se da acuerdo a su crecimiento para la formación de raíces, tallos y embriones que puedan ser capaces de generar plantas sanas y completas. Sus hojas lanceoladas, presentan una inserción alterna, terminando sobre el nervio central una punta espinosa, miden entre 2,5 y 7,5 cm de largo. Sus flores que se encuentran separadas pueden ser masculinas y femeninas, las masculinas agrupadas en pequeños racimos y las femeninas que formarán los frutos o los carnosos pseudofrutos, los mismos que germinarán entre 2 y 3 meses después que caen al suelo, con un rango de germinación entre el 50% y 60%. Los estróbilos de semilla cuando madura son de color café verdoso y pueden ser recolectados de las ramas de su árbol o en el suelo. La extracción de su semilla es de forma manual, mediante un proceso que dura de 2 a 3 días expuesto al sol por periodos de 2 a 4 horas. Esta especie forestal es propagada por estacas, acodos de raíz y diferentes ramas con material recolectado de árboles considerados jóvenes aquellos que tendrán entre 8 y

12 metros de altura y que contengan estimulantes de enraizamiento, con un porcentaje calculado del 35% en rendimiento (Jácome, 2012).



Imagen 9. Romerillo etapa de fructificación.

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

- **Factores meteorológicos e incidencia de las regiones y pisos latitudinales.**

El romerillo es un árbol verde que suele desarrollarse en terrenos suaves inclinados, vegas de ríos, mesetas así también el romerillo se puede desarrollar sobre suelos húmedos, fértiles y en todos los bosques humeros o selvas nubladas de los andes, entre los 1500 y 3000 m.s.n.m como faja

altitudinal. Son resistentes a las heladas, pero se desarrollan en temperaturas entre los 10 y 18 °C, con precipitaciones anuales entre los 1000 y 2000 mm (Borja & Lasso, 1990). Con un crecimiento lento por la dependencia de la luz solar para que la viabilidad de sus semillas se pierda. Esta especie puede desarrollarse de mejor manera en suelos suaves e inclinados, también se ha visto su desarrollo en vegas de ríos, sobre suelos arcillosos, relativamente fértiles en donde pueden encontrarse asociados con otras especies (Jácome, 2012).

2.5.4. Fenología de la especie forestal “Tarqui” (*Hedyosmum luteynii todzia*).

La taxonomía para la especie Tarqui es la siguiente: Especie perteneciente al Reino Plantae, División Magnoliophyta, Clase Angiospermae, Subclase Magnolopsida, Orden Chloranthaceae, Género Hedyosmum, Nombre Científico Hedyosmum luteynii todzia (Collaguazo, Araujo, & Lucena, 2019).



Imagen 10. Especie forestal Tarqui.

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

- **Distribución de la especie y hábitat**

La especie forestal Tarqui, se desarrolla en bosques de neblina o en áreas con constantes nubes y bruma en alturas entre los 1800 y 4000 m.s.n.m., ya que se encuentran sometidos a una presión antropogénica elevada. Pero puede desarrollarse también en los bosques montano que se encuentre a altitudes entre los 1800 y 2900 m.s.n.m. ya que cuenta una mayoría de notables especies, así tenemos especies como el Araceae y la especie floral *Chloranthaceae*. Su distribución depende de sus condiciones físico-ambientales para su desarrollo, pero se encuentran generalmente habitando las montañas desde México, Brasil y Paraguay. Otras especies del mismo género habitan en bosques montanos de la Cordillera Occidental entre los 1900 y 2900 metros de altura y a temperaturas cálidas. Esta especie forestal se encuentra en bosques de neblina montano con estribaciones

orientales y occidentales, también lo podemos encontrar en páramos arbustivos y páramo herbáceo (Vera, Morocho, & Cumbicus, 2013).

- **Distribución en el Ecuador**

Esta especie forestal se encuentra distribuida en la región Sierra del Ecuador, pero predomina en la región Sierra Sur, como es en la provincia de Loja, cantón Saraguro, sector Loma la Torre, a 3039 m.s.n.m., esta especie se desarrolla bajo condiciones físico-ambientales, en el caso de la especie Tarqui, son árboles que se puede desarrollar en varios sectores como en el caso del sector Chucuripamba con alturas de 1956 m.s.n.m., en Punzara alto a 2736 m.s.n.m. y en el sector Villonaco a 2617 m.s.n.m. Este árbol lo podemos encontrar en todas las regiones consideradas desde el centro de Colombia hasta lo que se considera ya la cordillera oriental del centro de Ecuador, estas plantas son uno de los 4 géneros con flores que pertenecen a la familia Chloranthaceae, esta familia está constituida por 75 especies aproximadamente, en Ecuador se encuentran 12 de las 40 especies forestales (Torres, Tovar, García, Lucena, & Araujo, 2018).

- **Estado de conservación de la especie**

El Tarqui no aparece en el libro por lo que es una especie que no se encuentra amenazada en el Ecuador, siendo de las plantas endémicas del Ecuador y en ninguna de las categorías que mantiene la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN).

La protección del patrimonio natural del Ecuador representa un reto, ya que se considera que la desaparición de las especies endémicas o restringidas exclusivamente al Ecuador implica su extinción global (PUCE, 2018).

- **Descripción Botánica**

La especie forestal Tarqui, es un árbol que tiene una altura de 3 a 16 metros, presenta unas flores con un peculiar color verde estas carecen de estambres o carpelos, además se puede ver que tienen frutas negras, además de unas hojas brillantes y aromáticas (Torres, Tovar, García, Lucena, & Araujo, 2018).

Presentan un tronco con un diámetro DAP de 25 centímetros, con una corteza entre lisa y finamente fisurada, sus ramas son un poco aplanadas y ensanchadas en los nudos. Sus ramas son verdes de aspecto carnosos y sus hojas son simples elípticas con un diámetro de 3 a 5 x 1.3 a 2 centímetros. Se encargan de sintetizar los carbohidratos, mismos que serán repartidos por todos los órganos de la planta, su fruto con un largo desde 8 y 12 mm de diámetro es múltiple y pequeño, sus flores son hermafroditas y de tamaño reducido, la inflorescencia masculina en espina pedunculadas simples axiales de 1 a 3 cm, mientras que la inflorescencia femenina son paniculadas, axilares a terminales hasta los 7 cm de largo, sus semillas son abundantes y poseen 2 cotiledones que a veces suelen ser difíciles de encontrar. Su fruto está conformado por endocarpio y exocarpio, son globosos de color púrpura a negro con diámetro de 0,8 cm a 12 cm; no posee semillas maduras. Esta especie puede desarrollarse en altitudes a partir de 500 hasta los 2800 metros de altura. (Cevallos & Montesinos , 2018).



Imagen 11. Hojas simples brillantes, glabras, aserradas de Tarqui.

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

- **Etapas de crecimiento**

El proceso de germinación de la especie Tarqui, depende de su hábitat en donde se desarrolle, cuando su hoja es simple, su semilla puede germinar a los 45 años, al contrario de las hojas dobles que pueden replicarse a los dos meses, posee un crecimiento lento que dura entre 15 a 16 meses para alcanzar los 15 centímetros, los mismos que son óptimos para ser trasplantados, esta especie se desarrolla a menudo en la transición de finales de temporada seca y temporada de lluvias temprana, en sitios húmedos y secos en el Sur del Ecuador (Ortega & Guanuche, 2016).

- **Etapas de la especie (yemación, foliación, floración, fructificación, semillación).**

El Tarqui es una especie que habita en el bosque pluvial andino, con foliación anual menor al 5% del total de la copa del árbol. Existe presencia de mayor precipitación en agosto y septiembre presenta registros promedios anuales de 3000 mm. Su etapa de floración inicia en el mes de noviembre con la formación de sus yemas florales y finaliza en el mes de diciembre, pero se puede denotar su plena floración entre los meses de enero a marzo, esta especie forestal puede desarrollarse a temperaturas bajas. En el caso de su fructificación, sus frutos son tiernos y se desarrollan entre los meses de abril a mayo, con precipitaciones superiores a los 450 mm, sus frutos se pueden desarrollar completamente entre los meses de junio a agosto con temperaturas de 24° C, y dejan de producir frutos a finales del mes de octubre (Prado & Valdebenito, 2000). Esta especie forestal se desarrolla en temperaturas entre 9 y hasta 12 °C con una precipitación anual medida de 1200 mm, se encuentra en los suelos con valores de pH entre los 5,5 y 6,5, siendo suelos jóvenes con acumulación de materia orgánica, los mismos que permiten un buen desarrollo de esta especie forestal (Torres, Tovar, García, Lucena, & Araujo, 2018).



Imagen 12. Tarqui y sus yemas florales visualizadas en luz.

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

- **Factores meteorológicos e incidencia de los pisos y regionales latitudinales.**

La disminución de la flora presente en zonas en donde se desarrolla la especie forestal depende de varios parámetros importantes como: altitud, temperatura, precipitación, humedad y velocidad del viento. Ya que la riqueza de especies va disminuyendo conforme a la altura en la que se encuentren y sus factores meteorológicos con los que pueda contar para su correcto desarrollo. Estos factores poseen un efecto de forma directa e indirecta sobre la distribución de la especie forestal; usualmente puede desarrollarse en altitudes entre los 2600 a los 3600 m.s.n.m. con una temperatura cálido a frío y una latitud dirigido hacia el sur ecuatoriano, podemos encontrar esta especie

en regiones de la Cordillera central de Colombia hasta la el centro del Ecuador en su Cordillera oriental (Torres, Tovar, García, Lucena, & Araujo, 2018).

2.5.5. Fenología de la especie “Quinual”

La especie Quinual perteneciente al género *Polylepis*, de la familia Rosaceae de la tribu Sanguisorbeae, su forma de polinizar es característica por ser anemófila y además de sus característicos frutos secos, incluyen alrededor de quince y ocho especies de árboles comúnmente arbustivas que oscilan entre los 5 y 10 metros de altura y otras especies llegan hasta los 25 metros de altura. El desarrollo de esta especie se da mediante una poliploidización desde el género arbustivo y herbáceo, posee hojas delgadas compuesta entre 7 a 11 folios por hoja y con abundancia de flores hasta los 70 (Pinos, Hampel, & Gracia, 2015).



Imagen 13. Especie forestal Quinual

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

- **Distribución de la especie floral y su hábitat**

El Quinual es una especie de árboles y arbustos leñosos que se adaptan a alturas elevadas entre los 2750 y 4300 m.s.n.m., a lo largo de la Cordillera de los Andes, desde el norte de Venezuela, Tarapacá en Chile y Córdoba en Argentina. Estas especies se desarrollan en el bosque andino y el páramo húmedo de la Sierra Andina, se adapta a las regiones húmedas localizadas a lo largo de la vertiente Andina Oriental y Occidental del Ecuador. Y a su vez podemos encontrarla en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina (Pinos, Hampel, & Gracia, 2015).

- **Distribución en el Ecuador**

La especie Quinual se encuentra formando bosquetes remanentes en el páramo, los mismos que están distribuidos en varias provincias del Ecuador como: Azuay, Cañar, Chimborazo, Imbabura, Pichincha y Tungurahua, en los Illinizas, en el Cajas y Llanganate como parques nacionales, además de la reserva de producción Faunística Chimborazo, las cuales cubren unas extensas áreas, pero al impacto creado por el sinnumero de quemas y el pastoreo que se hace presente, estas áreas se han reducido considerablemente (Romoleroux, 2017). Existen 7 especies de *Polylepsis* que se encuentran en Ecuador, las mismas que se encuentran ubicadas en las Cordilleras occidental y Oriental del ecuador (Pinos, Hampel, & Gracia, 2015).

- **Quinual, estado de conservación**

El Quinual no se encuentra en peligro de extinción de acuerdo al libro rojo a la categoría vulnerable (VU) de las plantas consideradas endémicas del Ecuador, y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales. Se ha registrado cinco a seis poblaciones, la mayoría de ellas en el SNAP. Existen poblaciones en la reserva Ecológica Los Illinizas, en los parques nacionales Cajas y Llanganates, en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y en parte de la Reserva Ecológica del Paschoa (Romoleroux, 2017).

- **Descripción Botánica**

Se encuentra conformado por un tronco retorcido con árboles y arbustos que miden hasta 12 metros de alto, además su corteza presenta un café–anaranjado como color, con una pulgada de espesor su corteza puede ser utilizada para aislar las heladas nocturnas y la radiación intensa de la madrugada y cumple con la función de protección contra incendios y organismos externos que puedan causar algún daño al árbol, sus hojas son alternas y perennes debido a las duras condiciones ambientales en las que se encuentran, crecen de forma abultada, pueden llegar a medir hasta 2,5 centímetros de largo, sus flores se encuentran en forma de racimos colgantes, son de color verde siendo un poco llamativos y pueden llegar a medir hasta 5 mm (Pinos, Hampel, & Gracia, 2015).

Sus ramas laterales poseen un crecimiento segmentado, el mismo que se encuentra constituido por ramas largas y cerca de las puntas de estas ramas sus hojas se pueden observar alrededor en forma de una especie de vaina de la rama con un par de estípulas fusionadas. En la parte superior y a los costados de dichas vainas existe la presencia de proyecciones o espolones, los mismos que son de importancia taxonómica. En el caso de sus flores son reducidas y se encuentran asociadas con su polinización a causa del viento, en el caso de sus frutos son aquenios, secos, aplanados y fusiformes con espinas en algunos casos, y pueden llegar a medir entre 0,005 y 0,009 m de ancho y 0,003 y 0,006 m de largo, sus semillas se encuentran en lugares húmedos, sombreados y recubiertos de musgo en ciertas ocasiones, pueden llegar a medir entre 2,5 a 4,5 mm de largo (Pinos, Hampel, & Gracia, 2015).



Imagen 14. Hojas en hacinamiento.

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

- **Etapas de crecimiento**

Estas especies de árboles poseen un crecimiento lento, investigaciones realizadas por el docente e investigador Juan Calderón de la Universidad de Azuay (UDA), manifestó que el árbol puede llegar a tener un crecimiento entre 5 y 10 cm al año, ya que se ha considerado su edad promedio de vida hasta los 500 años, esto dependerá de su especie y de sus condiciones climáticas en donde se desarrolle, de acuerdo a lo anteriormente mencionado su crecimiento anual puede oscilar en los 0,04 mm. En época seca la época confidencialmente más fría, muchas de las plantas que encontramos están en un estado inactivo, estas se encuentran sobreviviendo como semillas, rizomas subterráneos, o bulbos, en otros casos por lo mínimo no muestran una etapa de crecimiento, de esta manera se puede proteger sus flores y frutos. El clima es muy variable en el páramo, pueden variar en vientos fuertes, irradiación hasta precipitaciones como los factores más variables, siendo estos los que pueden ser responsables de diferentes morfologías y fisiología de la flora encontrada en el páramo (Saravia & Vintimilla, 2016).

- **Etapas de la especie (yemación, foliación, floración, fructificación, semillación).**

En los meses de enero a mayo es considerado la época de floración, y su época de producción de frutos se da de junio a septiembre, lo que permitirá una correcta germinación de sus semillas durante el periodo de tiempo mencionado. Esta etapa precede al momento óptimo de desarrollo de semillas, a finales de la estación seca se puede incrementar de una manera sustancial la germinación de sus semillas además de ello se promueve la supervivencia de las plántulas, cuando la temporada recién empieza las lluvias aumentan la posibilidad de que se establezcan las plántulas, puesto

que estas semillas tendrán una mayor posibilidad de que lleguen a suelos húmedos, donde estas podrán germinar y las plántulas antes de que se acerque la época ceca pueden crecer (Saravia & Vintimilla, 2016).



Imagen 15. Especie Quinual en floración.

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

- **Factores meteorológicos e incidencia de los pisos y regiones latitudinales**

La especie forestal quinual, en su piso altitudinal oscila en alturas entre los 2800 y 4300 m.s.n.m., se ubica en pisos montañosos y páramo Sub Alpino, son especies resistentes a las sequías ya que se desarrollan a temperaturas entre los 3 y 12 °C, ya que son resistentes a un clima frío de páramo super húmedo con una precipitación anual entre los 250 a los 2000 mm durante un lapso de 6 a 7 meses, recibe vientos cargados de humedad de dirección Occidental. Debido a que esta especie se puede ver en elevaciones de gran magnitud en los Andes, los bosques de *Polilepis* se encuentran sometidos a las variaciones de la temperatura, de esta manera se

genera un estrés, más aun en altitudes que sobrepasan los 4000 m.s.n.m. (Saravia & Vintimilla, 2016).

2.5.6. Fenología de la especie “Arrayán” - *Eugenia halli*.

La taxonomía para la especie Arrayán es la siguiente: Especie perteneciente al Reino Plantae, División Fanerogamae, Clase Angiospemiae, Subclase Dicotyledonae, Orden Myrtales, Familia Myrtaceae, Género M. halli, Nombre Científico *Eugenia halli* (Jaramillo, 2013).

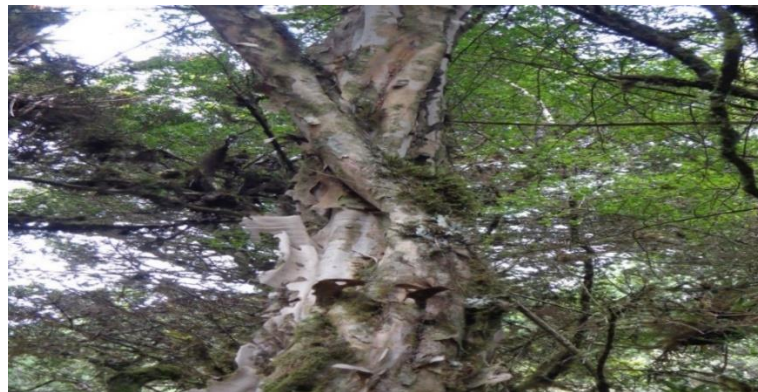


Imagen 16. Especie Arrayán en etapa de floración

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

- **Distribución de la especie y hábitat**

El arrayán es una especie que se desarrolla en estrados de bosque siempre verde andino de montano en las zonas andinas de la región sierra, además también en el bosque siempre verde Andino Pie de Monte, así también en el bosque siempre verde Andino de Ceja Andina y Bosques Húmedos Andinos en alturas entre los 1600 y 3300 m.s.n.m. Se encuentra en Perú, Chile, Bolivia y Ecuador, en áreas de la sierra central y sur del país, esta especie forestal oscila en un rango altitudinal entre los 500 y 3700 metros (Garin, 2014).

- **Distribución en el Ecuador**

Estas especies de árboles suelen desarrollarse de mejor manera en lugares húmedos, pero a su vez también los podemos encontrar en sitios secos. Por tal motivo se han encontrado sus semillas dispersas en distintas provincias del Ecuador como lo son: Pichincha, Carchi, Bolívar, Azuay y Tungurahua. En área protegidas como en el bosque ubicado en el Carchi denominado el bosque de los Arrayanes, en la reserva ecológica El Ángel, en la comunidad de la quinta Bolívar el rodal de Arrayán (Jaramillo, 2013).

- **Estado de conservación de la especie**

Se encuentran ubicados la gran mayoría de estos árboles al Sur del Ecuador, formando parte de bosques húmedos andinos considerándose como una prioridad para la conservación de la biodiversidad, y a pesar de ello estos árboles se encontraban amenazados por causa de diversas actividades

humanas. En la actualidad el arrayán es una especie que se encuentra protegida para así evitar que se extinga, esto se ha generado mediante programas que impulsan las plantaciones de esta especie nativa. Dentro del Plan Nacional de Restauración Forestal del ministerio de Ambiente del Ecuador, el herbario ESPOCH colaboró con la verificación de 17 listados de especies forestales (Caranqui, 2014).

- **Descripción Botánica**

El arrayán lo podemos encontrar algunos ejemplares como árbol o arbusto, es de color verde con hermoso aspecto, el árbol puede llegar a medir entre 3 y 15 metros de alto y 50 centímetros de diámetro, es coposo, con el follaje denso y siempre verde. La copa es globosa y va desde el primer o segundo tercio, siendo un árbol de crecimiento lento, su corteza es liso, de color marrón claro, su corteza interna es de color rosado blanquecino, sus hojas son simples de forma ovala, de color verdes y en su parte posterior posee un ligero brillo, sus flores son hermafroditas, axilares, que se encuentran unidas entre 3 a 5 flores, su fruto es una baya redondeada de color negro rojizo con un diámetro entre 5 y 10 mm, y en su interior contiene 3 semillas en forma arriñonada (Garin, 2014).



Imagen 17. Arrayán en fase de yemación foliar y floral.

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

Esta especie forestal se la puede reconocer con gran facilidad, puesto que sus hojas son pequeñas, lustrosas y glabras, posee un olor agradable, y sus flores son blancas y de mediano tamaño (Garin, 2014). Existen árboles de un tamaño de medianos hasta grandes, seis a quince metros de altura respectivamente y con un diámetro de treinta a cuarenta centímetros, con un tronco, retorcido con nubosidades e irregular con sus ramificaciones son opuestas. En su tronco sus ramas poseen ramificaciones laterales simpódicos, sus hojas son ovaladas y pequeñas de textura coriácea. En la época de verano se puede observar su fluorescencia y en otoño la generación de frutos, siendo estas en forma de bayas esféricas y carnosas de color negro con un sabor dulce agradable y al llegar a su madurez pueden oscilar entre 8 y 15 mm de diámetro, siendo su fruto comestible, tanto para los seres humanos como para los animales, poseen en su interior pequeñas semillas entre 2 y 4 aproximadamente. La madera del arrayan es utilizada en agroforestería por ser considerada de buena calidad por ser semidura y semipesado, además tiene la facilidad de que al cortarlos es muy fácil que rebrote (Jaramillo, 2013).

- **Etapas de la especie (yemación, foliación, floración, fructificación, semillación).**

El arrayán es un árbol que se propaga por medio de semillas por ellos para su siembra se debe tener en cuenta que se colocara de veinte y cuatro a cuarenta y ocho horas en agua para acelerar el proceso de la germinación, luego de extraerla de su fruto maduro 15 días. Sus esquejes poseen un largo de 8 a 12 cm, los mismos que luego de ser tomados del árbol y en forma de ramillete con sus hojas características hojas verdes en la punta. El arrayán es una especie que posee la facilidad de rebrote, permitiendo su multiplicación con los cuidados adecuados y con buenos niveles de humedad, ya que su crecimiento es de forma lenta (Jaramillo, 2013).

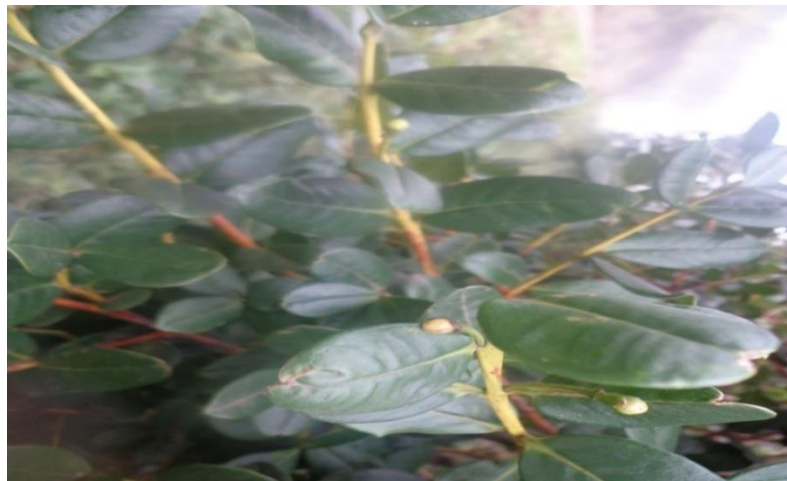


Imagen 18. Presencia en el piso altitudinal de tipo C de pequeños brotes de Arrayán.

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

- **Factores meteorológicos e incidencia de los pisos y regiones latitudinales.**

Mediante la aplicación del triángulo de Holdridge se determinó que se desarrolla en un piso altitudinal montano, tomando en cuenta los parámetros dependientes e independientes como: temperatura corresponde a la región templada fría que va desde los 10 a 18 °C, precipitación anual entre los 1000 y 4000 mm y evapotranspiración potencial en 0,33 mm. Su piso altitudinal corresponde a la zona de vida en donde se desarrolla, mientras que la zona altitudinal se denomina por sus trópicos (Burbano, Apugllón, & Burbano-Salas, 2015).

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Diseño de la investigación

3.1.1. Tipo de estudio.

Para el desarrollo de la presente investigación se aplicaron un tipo de metodología descriptiva al momento de detallar cada una de las especies nativas en estudio, de campo para el levantamiento de información y experimental en obtención y procesamiento de datos, y aplicada, puesto que en su desarrollo se indagó con el fin de conocer la relación existente entre las especies vegetales y sus factores meteorológicos, los mismos que permitieron su regulación presencial y su incidencia en las feno fases.

3.2. Técnicas e instrumentos

- Exploración: Constituido como un procedimiento que permitió la identificación de varias especies nativas forestales respondiendo con el cambio climático; y,
- Ficha: Apoyó el levantamiento de información estadística para procesarla e interpretarla, mediante análisis ANOVA, para probar hipótesis.

3.3. Población y muestra

- Población: los datos poblacionales se determinaron según las distintas variables climatológicas y fenológicas de los pisos altitudinales, en este caso tres tipos, datos que serán obtenidos durante la presente investigación.
- Muestra: Se utilizaron cinco parcelas en forma rectangular de medida 20 metros x 50 metros, es decir 1.000 metros cuadrados, siendo quince parcelas consideradas como muestras para el estudio, las mismas que se encontraron distribuidas de acuerdo a los pisos altitudinales. Para el

levantamiento de información requerida para el estudio, se recogió 3 parcelas en cada piso al azar, realizando en cada piso un tratamiento con 2 repeticiones cada una.

3.4. Tratamientos

En la presente investigación se trabajó con tres tratamientos: 1, 2 y 3; ubicándose en cada piso de estudio un tratamiento con dos repeticiones cada uno, conformando así, 3 parcelas para cada tratamiento. Los detalles del establecimiento de los tratamientos y de sus repeticiones, se evidencian en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Esquema organizativo de los tratamientos en los diferentes pisos altitudinales.

PISOS ALTITUDINALES (m.s.n.m.)	PARCELAS		
1 (3200-3400)	1 t3	1 t1	1 t2
2 (3400-3600)	2 t2	2 t3	2 t1
3 (3600-3800)	3 t3	3 t2	3 t1

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

Para el establecimiento del número de individuos por especies (Cuadro 2), se consideró el número de individuos en estudio, siendo conformados por el 50.54 % de especies forestales que existen en la zona de estudio. Por tal motivo se seleccionó de forma aleatoria 2 individuos de cada especie para cada tratamiento.

Cuadro 2. Identificación de la cantidad de individuos de especies forestales con sus pisos altitudinales.

PISOS ALTIT	QUISH	QUIN	ARRAY	ROMER	PUMM	TARQ	TOTAL
1	9	62	5	52	32	64	175
2	12	48	7	16	33	50	166
3	32	25	38	20	35	25	224
TOTAL	53	135	50	88	100	139	555

Fuente. Andrade. P, 2018.

3.5. Especificaciones del material experimental

Es de suma importancia el conocer la relación biológica de cada una de las especies que son de estudio y la ecología de las comunidades para realizar un correcto estudio fenológico, para poder conocer la composición y estructura formadas por las diferentes especies forestales, los cambios que ocurren con el tiempo y las relaciones entre las especies en estudio (Costas, 2014). Para lo cual se inicia con una identificación del crecimiento provisional y la organografía reproductiva en las especies forestales con el fin de conocer los periodos establecidos en la dinámica reproductivas de las comunidades.

El presente trabajo de investigación se fundamentó en la investigación de las principales variables que fueron evaluadas durante el desarrollo del estudio, tomando en consideración la relación existente de especies nativas forestales y sus cambios ambientales que regulan las feno fases.

3.6. Diseño estadístico

3.6.1. Estudio de correlación entre las variables climatológicas y fenológicas.

Para llevar a cabo un análisis de correlación, los datos deben estar bajo control estadístico, es decir, se supone que tienen distribución normal. Esto se puede comprobar empleando pruebas de normalidad, como la prueba de Kolmogorov - Smirnov o Shapiro-Wilk (Spiegel y Stephens, 2009).

Para estas pruebas, se determinó que el test de Shapiro Wilk se puede utilizar con hasta 50 datos, mientras que el test de Kolmogorov Smirnov es recomendable utilizarlo con más de 50 observaciones (Spiegel y Stephens, 2009).

Las pruebas de normalidad se definen de la siguiente manera:

H0: Son valores o datos que continúan una distribución normal

H1: Son valores o datos que no continúan con una distribución normal
(Soporte de Minitab, 2019).

Después se procedió con el análisis de correlación, en donde observar un diagrama de dispersión se presta a una interpretación muy subjetiva y se requiere de medidas más precisas, es por ello que se decidió usar el coeficiente de correlación lineal r , el cual es usado para determinar patrones lineales (Triola, 2009). Este coeficiente también se llama coeficiente de correlación producto momento de Pearson (Triola, 2009), el cual fue calculado con datos muestrales entre las variables climatológicas (independientes) y fenológicas (dependientes).

Determinándose para ello como variables independientes a la precipitación, temperatura y heliofanía; y como variables dependientes: a la foliación, floración, fructificación y semillación.

3.6.2. Pruebas de hipótesis para muestras independientes.

El análisis de varianza (ANOVA) permite comparar la igualdad de varias medias poblacionales, pero trabajando en un análisis de las varianzas muestrales (Triola, 2009).

Para que las conclusiones obtenidas de este análisis sean válidas se consideró previamente probar los siguientes supuestos:

- Los datos siguen distribuciones normales (Triola, 2009).
- Se cumple con la homocedasticidad. Sus poblaciones poseen igual varianza s^2 (o desviación estándar s). El programa estadístico SPSS indica una prueba estadística y en la prueba de Levene se utiliza valor

p. Las varianzas son similares cuando su hipótesis es nula y sus varianzas son desiguales cuando la hipótesis es alternativa. Se sugiere Levene como prueba cuando sus valores se hayan obtenido de distribuciones continuas. La hipótesis nula se rechazaría en el caso de que el valor o dato de p sea menor al nivel α de 5 %, indica la igualdad de varianzas (Soporte de Minitab, 2019).

- Las muestras son aleatorias (Triola, 2009).

Se utilizó una prueba de varianzas ANOVA con el 95 % de significancia, para comparar las medias respecto de los valores de las variables dependientes en los 3 pisos altitudinales. Los cálculos fueron realizados mediante el programa estadístico SPSS.

Las hipótesis usadas fueron:

H_0 : No existe diferencias significativas en las medias de las variables fenológicas de las especies forestales en estudio respecto de los pisos altitudinales.

H_1 : Existe diferencias significativas en las medias de las variables fenológicas de las especies forestales en estudio respecto de los pisos altitudinales.

En la presente investigación se compararon las medias de cada estado fenológico (foliación, floración, fructificación y semillación) relativas a los pisos altitudinales, para todas las especies estudiadas; con la finalidad de determinar si existe o no diferencia significativa.

3.6.3. Estudio Post – hoc.

Se determinaron los subgrupos homogéneos en los casos donde se rechazó la hipótesis nula, mediante pruebas de comparación múltiple. No se puede asegurar que método o prueba posea mayor eficacia, sin embargo la mayor utilizada es la prueba de Tukey (o prueba de diferencia significativa honesta de Tukey) (Triola, 2009), por lo que se decidió aplicarla en esta investigación.

3.7. Procedimientos

En el presente trabajo de investigación que se desarrolló de acuerdo al tipo de información de cada una de las especies forestales en estudio, en el bosque nativo húmedo andino nuboso siempre verde, se identificaron alrededor de 34 especies forestales nativas, las mismas que encuentran localizadas en tres pisos altitudinales, los datos meteorológicos de 3 años consecutivos, recopilados de estaciones del INAHMI en Ecuador como lo son: Totorillas, Juan de Velasco - Pangor y Cebadas. Para la investigación y monitoreo se procedió a ubicar en 12 parcelas de 50 m x 20 m, en total 1000 m², siendo distribuidas 4 parcelas en cada piso altitudinal con alturas ente 3800 a 3600, 3600 a 3400 y 3400 a 3200 m.s.n.m., de estas parcelas se tomó de forma aleatoria a 3 parcelas, la mismas que constituyeron las repeticiones (Burbano, Apugllón, & Burbano-Salas, 2015). Para lo cual se planteó la obtención de las diferentes especies forestales nativas a partir de un levantamiento de información de cada una de las especies, mediante un muestreo aleatorio de las especies en estudio (Pauta & Loyola, 2016).

Se constituyó el material experimental de acuerdo al análisis del índice ecológico de especies nativas forestales en Jacarón (Burbano & Ibañez, 2017), extrayendo diversas referencias acorde con los objetivos que han sido expresados, para conocer:

- Constancia de la especie en estudio ubicado en el terreno, contabilizando los árboles y las especies en estudio existentes en la parcela, cuya relación de frecuencia se lo expresó en porcentaje.
- Diámetros de las especies forestales en estudio que se encuentran presentes en las parcelas de investigación y monitoreo, las mismas que fueron evaluadas en los años 2015, 2016, y 2017. Con la utilización de una cinta métrica se procedió a la toma de datos de frecuencia anual, mediante la selección de tres especies, obteniendo sus medidas promedio con relación a la altura (1,30 m).
- En las especies forestales ubicadas en las parcelas que fueron seleccionadas para realizar el monitoreo y la respectiva investigación, se procederá a contabilizar la masa de yemas foliares mediante el conteo de sus hojas, las mismas que fueron evaluadas en los años 2015, 2016 y 2017. Se lo realiza con la toma de datos de frecuencia anual y el uso de un marco de 0,5 m x 0,5 m (25 m²), para lo cual se lo realizó en los 3 árboles utilizados anteriormente.
- Fases y porcentajes acumulados de floración y fructificación, recolectados en las especies forestales que han sido seleccionadas. Los datos obtenidos se los expresó en porcentaje acumulado, para ello se realizó un seguimiento de las especies seleccionadas en donde considerando el criterio botánico de mayor desarrollo del tallo o fuste de la especie (que permite que se pueda realizar un seguimiento de los individuos estudiados en el tiempo), se tomaron al azar 25 muestras de yemas florales.

- Épocas de recolección y peso de semillas producidas. Se lo realizó con una balanza de precisión para la obtención del peso de las semillas en kilogramos producidas por las especies forestales seleccionadas y su piso altitudinal, para lo cual se realiza la toma de las semillas de los árboles, yemas florales y frutos producidos, los mismos que son lavados (extraídos los meso y endocarpios) y secados durante 5 días.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis, interpretación y discusión de resultados

La conformación de las variables independientes (pisos altitudinales) con las variables dependientes, se obtuvieron de la parte experimental, siendo estas derivadas de las especies arbóreas, estableciéndose:

En Jacarón se puede observar el bosque primario de especies forestales que no han sido intervenidas, se encuentran ubicadas en 106 hectáreas de extensión, la misma que alberga a 34 especies forestales nativas, de acuerdo al método de índices ecológicos propuestos por (Burbano & Ibañez, 2017), para el presente estudio fueron seleccionadas 6 especies forestales nativas, por su valor económico, ecológico y por su uso que le da, siendo estas encontradas en peligro de extinción, por tal motivo requieren ser

protegidas bajo programas de forestación y reforestación en la zona. Bajo unidades experimentales de investigación y monitoreo de 12 parcelas y con 3 pisos altitudinales, fueron estudiados 565 árboles que corresponden al 50.53% que corresponden a las 6 especies forestales nativas encontradas con mayor frecuencia, siendo estas: Tarqui (*Hedyosmun luteynii*) con un 24.60 %, Quinual (*Polylepsis reticulata*) con el 23.89%, con 17.69% la especie forestal Pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) y con un 8.84% la especie forestal nativa Arrayán (*Eugenia halli*), siendo esta última especie la que se encuentra con frecuencia.

De acuerdo al piso altitudinal 1 en alturas entre 3200 y 3400 m.s.n.m., las especies con mayor frecuencia son: Tarqui con un 28,57%, Quinual con un 27,67%, Romerillo con un 3,1% y Arrayán con 2,23%, siendo esta última especie la que se encuentra con menor frecuencia. En el caso del piso altitudinal 2 en alturas entre 3400 y 3600 m.s.n.m., las especies con mayor frecuencia son: Tarqui con un 30,12%, Quinual con un 28,91%, Pumamaqui con un 19,87% y el Arrayán con un 4,21%, siendo esta última especie la que se encuentre con menor frecuencia. En el piso altitudinal 3 en alturas entre 3600 y 3800 m.s.n.m., las especies con mayor frecuencia son: Arrayán con un 21,71%, Pumamaqui con un 20%, Quishuar con un 18,28% y Romerillo con un 11,42%, siendo esta última especie la que se presenta con menor frecuencia. Se debe tomar en consideración que el número de especies forestales en cada piso altitudinal va a disminuir de acuerdo a la biotemperatura y heliofanía y a su altitud.

Durante estudios realizados en un lapso de tres años desde 2015 hasta 2017, mediante la medición DAP de los diámetros a la altura del pecho en la corteza de las especies y mediante los factores meteorológicos aún existe un incremento, teniendo que en el piso de tipo C las especies Arrayán con 3.8 cm, Quinual con 2.0 cm y Tarqui con un 5.6 cm poseen un mayor incremento, en el caso del piso de tipo B con sus especies Romerillo con un

4.3 cm y Quishuar con el 6.8 cm, mientras que el piso de tipo A con un 3.6 cm en la especie forestal Pumamaqui.

En el 2015 se ha considerado el estudio de foliación en los pisos altitudinales de las especies forestales Pumamaqui, Quinual, Quishuar, Romerillo y Tarqui, indicándonos la existencia de un aumento en sus hojas en el piso número tres, y predominando la especie Tarqui con mayor incremento que las demás especies. En el caso del Pumamaqui presenta en su foliación un incremento en el piso número uno; mientras que en el piso número dos se evidencia un igual crecimiento en las especies forestales Romerillo y el Tarqui. En los pisos altitudinales 2 y 3 existe un decrecimiento en la especie Arrayán, un decrecimiento en la especie Quinual en los pisos 1 y 2; y en el piso 1 la especie Tarqui, siendo estas especies mayormente vulnerables al aire.

En el caso de la duración e intensidad de las fenofases y los factores ambientales como biotemperatura, precipitación (duración de la estación seca), fotoperiodo, luminosidad y en menor grado la posición fitosociológica de las especies en estudio dentro del bosque, siendo las especies forestales predominantes como Quishuar y Quinual que en meses comprendidos entre mayo a julio su floración es muy alta, en el piso tres se encuentra el Quishuar con un promedio de 10.9 °C en su biotemperatura, y 1.260 milímetros de precipitación promedio y 1466.67 horas con un 93 % en promedio anual de heliofanía, en el piso uno se encuentra la especie Quishuar con un promedio de 6.5 °C en su biotemperatura, y 1493.33 milímetros de precipitación promedio y 1786.67 horas con un 82 % en promedio anual de heliofanía. La especie forestal Quishuar en los meses comprendidos de septiembre a noviembre en el piso altitudinal número tres su fructificación es de 82 %, en relación al piso uno de la especie Quinual con un 70 %. En los meses comprendidos entre enero a marzo, la semillación es mayor en las especies forestales Quishuar en un piso altitudinal dos con 319 gramos, y con 15 gramos en el piso uno la especie Quinual.

4.2. Pruebas de hipótesis

Se analizan los factores fenológicos de las especies forestales en estudio mediante la estadística interpretada aplicada a las especies que fueron tomadas en consideración como muestras en el estudio realizado, sus variables fueron sus feno fases en porcentaje, y los pisos altitudinales se los considero para identificar su comportamiento.

Se procede en primer lugar a aplicar la prueba de homogeneidad de sus varianzas, procediendo con las diferentes pruebas de hipótesis, para asegurar que los resultados son válidos.

4.3. Presentación de resultados

4.3.1. Vinculación de la organografía con la fenología forestal de las especies estudiadas, en los diferentes pisos altitudinales

4.3.1.1. Arrayan Hembra - *Eugenia halli*.

4.3.1.1.1. Foliación.

Se plantea la Prueba de homogeneidad de varianzas para la fase fenológica de Foliación del Arrayán (Cuadro 3), para determinar si los datos en sus varianzas son o no son homogéneos a nivel de los pisos altitudinales.

Cuadro 3. Prueba de homogeneidad de varianzas para la foliación del Arrayán (en función a datos mensuales).

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Foliación	Se basa en la media	1.039	2	21	.371

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Con un valor p de 0.371 mayor que α , se acepta la hipótesis nula, concluyendo que sus varianzas serán homogéneas.

Se procede a determinar el análisis ANOVA para la fase de Foliación del Arrayán (Cuadro 4), con la finalidad de realizar la comparación de medias entre los datos de Foliación de los tres pisos altitudinales estudiados y establecer si existe o no igualdad en las tres medias poblacionales.

Cuadro 4. ANOVA para la foliación del Arrayán (en función de los datos mensuales).

ANOVA

Foliación

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	11.583	2	5.792	.231	.796
Dentro de grupos	526.375	21	25.065		
Total	537.958	23			

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Considerando $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y con un valor p de 0.796, se acepta la hipótesis nula, concluyendo que no existe diferencia en la foliación del Arrayán Hembra en los 3 pisos altitudinales.

4.3.1.1.2. Floración.

Se plantea la Prueba de homogeneidad de varianzas para la fase fenológica de Floración del Arrayán (Cuadro 5), para determinar si los datos en sus varianzas son o no son homogéneos a nivel de los pisos altitudinales.

Cuadro 5. Prueba de homogeneidad de varianzas para la floración del Arrayán (en función a datos mensuales).

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Floración	Se basa en la media	3.416	2	21	.052

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Con un valor p de 0.052 mayor que α , su hipótesis nula se acepta, concluyendo que sus varianzas serán homogéneas.

Se determina entonces, el análisis ANOVA para la fase de Floración del Arrayán (Cuadro 6), con la finalidad de realizar la comparación de medias entre los datos de Floración de los tres pisos altitudinales estudiados y establecer si existe o no igualdad en las tres medias poblacionales.

Cuadro 6. ANOVA para la floración del Arrayán (en función de datos mensuales).

ANOVA					
Floración					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5941.083	2	2970.542	3.706	.042
Dentro de grupos	16832.750	21	801.560		
Total	22773.833	23			

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Considerando $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y el valor p de 0.042, no aceptando su hipótesis nula y se concluye con la diferencia en la floración del Arrayán Hembra en los 3 pisos altitudinales. Por lo que se requiere la siguiente prueba post hoc:

En función del rechazo de la hipótesis nula, se aplica la Prueba post-hoc para la Floración del Arrayán (Cuadro 7), en donde en base a

comparaciones múltiples de los pisos altitudinales, se pretende establecer subconjuntos homogéneos, los mismos que no puedan diferenciarse entre sí.

Cuadro 7. Prueba post-hoc para la floración del Arrayán (en función de datos mensuales).

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: **Floración**

HSD Tukey

(I) Piso	(J) Piso	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-34.50000	14.15591	.039	-70.1810	1.1810
	3	-32.12500	14.15591	.023	-67.8060	3.5560
2	1	34.50000	14.15591	.039	-1.1810	70.1810
	3	2.37500	14.15591	.985	-33.3060	38.0560
3	1	32.12500	14.15591	.023	-3.5560	67.8060
	2	-2.37500	14.15591	.985	-38.0560	33.3060

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

La tabla previa indica que con valores p inferiores al 5%, hay diferencia entre el piso 1 y 2 y entre el 1 y 3, sin embargo, no hay diferencia en la floración de los pisos 2 y 3.

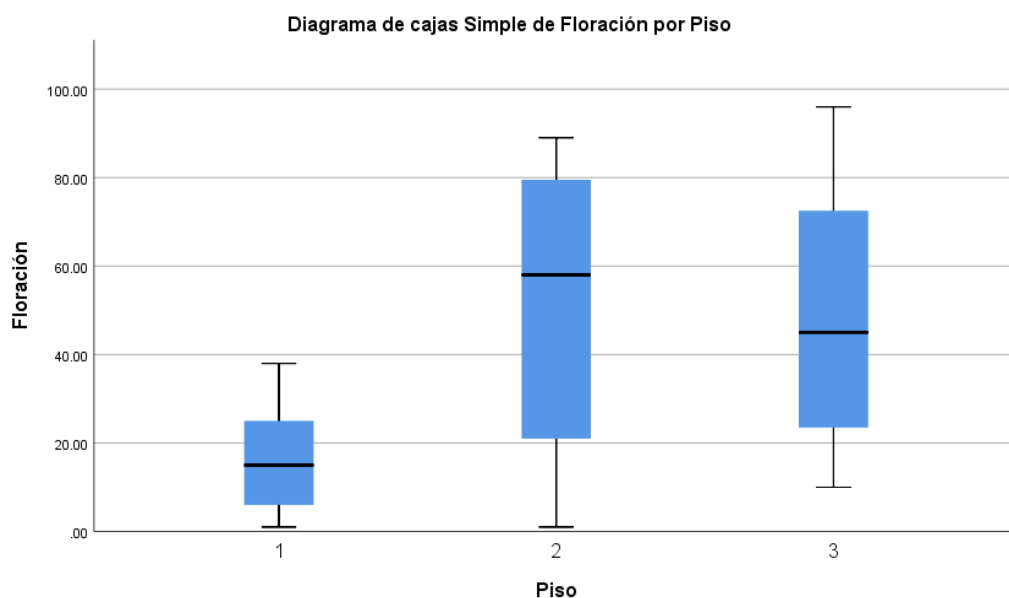


Figura 10: Diagrama de cajas para la floración del Arrayán

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

El gráfico anterior indica que, para el Arrayán Hembra, la floración es mejor en los pisos 2 o 3, puesto que los valores son más altos.

4.3.1.1.3. Fructificación.

Se plantea la Prueba de homogeneidad de varianzas para la fase fenológica de Fructificación del Arrayán (Cuadro 8), para determinar si los datos en sus varianzas son o no son homogéneos a nivel de los pisos altitudinales.

Cuadro 8. Prueba de homogeneidad de varianzas para la fructificación del Arrayán (en función a datos mensuales).

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Fructificación	Se basa en la media	5.861	2	15	.013

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Con un valor p de 0.013 menor que α , la hipótesis nula no es aceptada, concluyendo que sus varianzas no serán homogéneas. Sin embargo, su metodología utilizada posee buen funcionamiento, excepto en cantidades diferentes a sus varianzas poblacionales (Triola, 2009), lo cual no es el caso.

Se establece entonces, el análisis ANOVA para la fase de Fructificación del Arrayán (Cuadro 9), con el fin de realizar la comparación de medias entre los datos de Fructificación de los tres pisos altitudinales estudiados y determinar si existe o no igualdad en las tres medias poblacionales.

Cuadro 9. ANOVA para la fructificación del Arrayán (en función de datos mensuales).

ANOVA

Fructificación

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	7573.778	2	3786.889	5.116	.020
Dentro de grupos	11102.667	15	740.178		
Total	18676.444	17			

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Considerando $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y valor p de 0.020, la hipótesis nula no se acepta y concluyendo con la diferencia en la fructificación del Arrayán Hembra en los 3 pisos altitudinales. Por lo que se requiere la siguiente prueba post hoc:

En función del rechazo de la hipótesis nula, se aplica la Prueba post-hoc para la Fructificación del Arrayán (Cuadro 10), en donde en base a comparaciones múltiples de los pisos altitudinales, se pretende establecer subconjuntos homogéneos, los mismos que no puedan diferenciarse entre sí.

Cuadro 10. Prueba post-hoc para la fructificación del Arrayán (en función de datos mensuales).

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: **Fructificación**

HSD Tukey

(I) Piso	(J) Piso	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-40.00000	15.70751	.045	-80.7998	.7998
	3	-46.33333*	15.70751	.025	-87.1331	-5.5335
2	1	40.00000	15.70751	.045	-.7998	80.7998
	3	-6.33333	15.70751	.915	-47.1331	34.4665
3	1	46.33333*	15.70751	.025	5.5335	87.1331
	2	6.33333	15.70751	.915	-34.4665	47.1331

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

La tabla previa observamos que con valores p inferiores al 5%, hay diferencia entre el piso 1 con 2 y 1 con 3, sin embargo, no hay diferencia en la floración de los pisos 2 y 3.

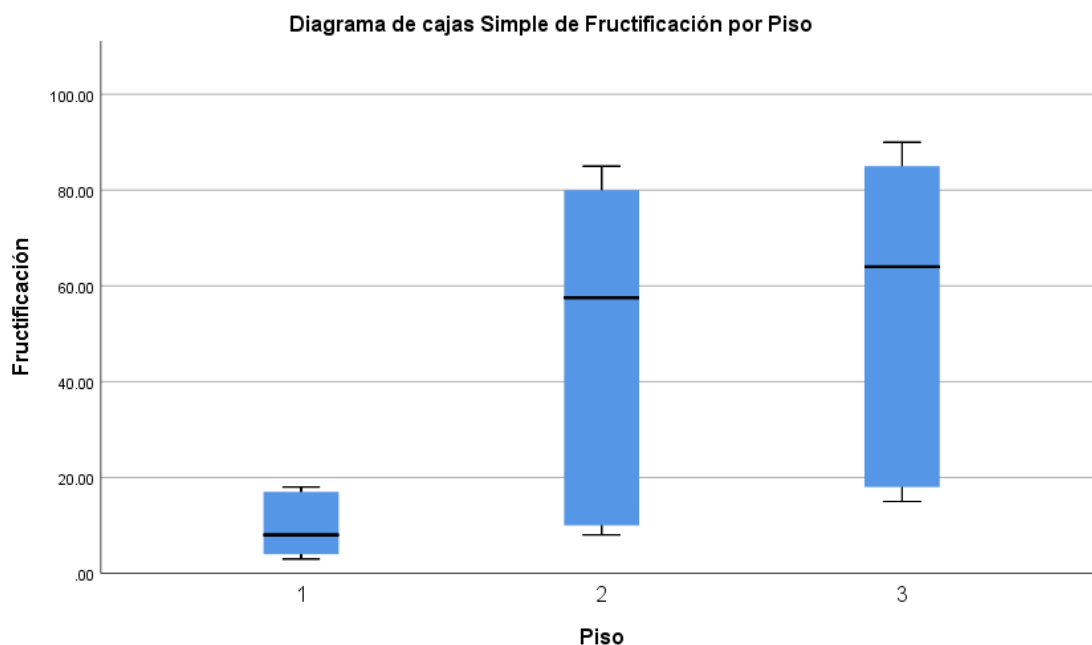


Figura 11: Diagrama de cajas para la fructificación del Arrayán

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

El gráfico anterior indica que para el Arrayán Hembra, la fructificación es mejor en los pisos 2 o 3, puesto que los valores son más altos.

4.3.1.1.4. Semillación.

Se establece la Prueba de homogeneidad de varianzas para la fase fenológica de Semillación del Arrayán (Cuadro 11), para determinar si los datos en las varianzas son o no son homogéneos a nivel de los pisos altitudinales.

Cuadro 11. Prueba de homogeneidad de varianzas para la semillación del Arrayán (en función a datos mensuales).

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Semillación	Se basa en la media	9.089	2	9	.007

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Con un valor p de 0.007 menor que α , no se acepta la hipótesis nula concluyendo que sus varianzas no serán homogéneas. Sin embargo, esta metodología utilizada posee un buen funcionamiento, excepto con cantidades elevadas en sus varianzas poblacionales (Triola, 2009), lo cual no es el caso.

Se determina entonces, el análisis ANOVA, para la fase de Semillación del Arrayán (Cuadro 12), con el fin de realizar la comparación de medias entre los datos de Semillación de los tres pisos altitudinales y establecer si existe o no igualdad en las tres medias poblacionales.

Cuadro 12. ANOVA para la semillación del Arrayán (en función de datos mensuales).

ANOVA**Semillación**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	155625.362	2	77812.681	92.328	.000
Dentro de grupos	7585.045	9	842.783		
Total	163210.407	11			

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Considerando $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y valor p de 0.000, la hipótesis nula no se acepta e indicando la diferencia en la semillación del Arrayán Hembra en los 3 pisos altitudinales. Por lo que se requiere la siguiente prueba post hoc:

En función del rechazo de la hipótesis nula, se aplica la Prueba post-hoc para la Semillación del Arrayán (Cuadro 13), en donde en base a comparaciones múltiples de los pisos altitudinales, se pretende establecer subconjuntos homogéneos, los mismos que no puedan diferenciarse entre sí.

Cuadro 13. Prueba post-hoc para la semillación del Arrayán (en función de datos mensuales).

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Semillación

HSD Tukey

(I) Piso	(J) Piso	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-178.80000*	20.52782	.000	-236.1138	-121.4862
	3	-274.82500*	20.52782	.000	-332.1388	-217.5112
2	1	178.80000*	20.52782	.000	121.4862	236.1138
	3	-96.02500*	20.52782	.003	-153.3388	-38.7112
3	1	274.82500*	20.52782	.000	217.5112	332.1388

	2	96.02500*	20.52782	.003	38.7112	153.3388
--	---	-----------	----------	------	---------	----------

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

La tabla previa permite observar que con valores p inferiores al 5%, hay diferencia entre todos los pisos.

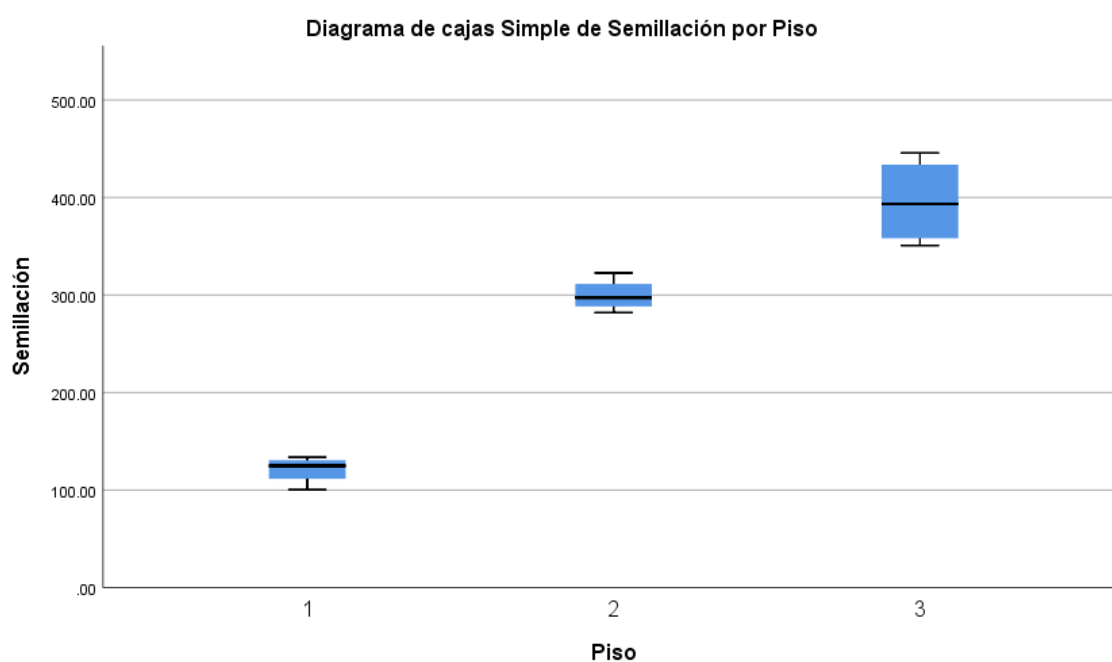


Figura 12: Diagrama de cajas para la semillación del Arrayán

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

El gráfico anterior indica que, para el Arrayán Hembra, la semillación es mejor en el piso 3, puesto que los valores son más altos.

4.3.1.2. *Pumamaqui macho - Oreopanax ecuadorensis.*

4.3.1.2.1. *Foliación.*

Se plantea la Prueba de homogeneidad de varianzas para la fase fenológica de Foliación del Pumamaqui (Cuadro 14), para determinar si los datos en sus varianzas son o no son homogéneos a nivel de los pisos altitudinales.

Cuadro 14. Prueba de homogeneidad de varianzas para la foliación del Pumamaqui (en función a datos mensuales).

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Foliación	Se basa en la media	.385	2	24	.684

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Con un valor p de 0.684 mayor que α , se acepta la hipótesis nula, concluyendo que sus varianzas serán homogéneas.

Se establece entonces, el análisis ANOVA, para la fase de Foliación del Pumamaqui (Cuadro 15), con el fin de realizar la comparación de medias entre los datos de Foliación de los tres pisos altitudinales y determinar si existe o no igualdad en las tres medias poblacionales.

Cuadro 15. ANOVA para la foliación del Pumamaqui (en función de datos mensuales).

ANOVA					
Foliación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2.296	2	1.148	.202	.819
Dentro de grupos	136.444	24	5.685		
Total	138.741	26			

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Considerando $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y con un valor p de 0.819, la hipótesis nula no es rechazada, concluyendo que no presenta diferencia en la foliación del Pumamaqui Macho en los 3 pisos altitudinales.

4.3.1.2.2. Floración.

Se establece la Prueba de homogeneidad de varianzas para la fase fenológica de Floración del Pumamaqui (Cuadro 16), para determinar si los datos en sus varianzas son o no son homogéneos a nivel de los pisos altitudinales.

Cuadro 16. Prueba de homogeneidad de varianzas para la floración del Pumamaqui (en función a datos mensuales).

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Floración	Se basa en la media	.041	2	14	.960

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Con un valor p de 0.960 mayor que α , se acepta la hipótesis nula, concluyendo que sus varianzas serán homogéneas.

Se determina entonces, el análisis ANOVA, para la fase de Floración del Pumamaqui (Cuadro 17), con el fin de realizar la comparación de medias entre los datos de Floración de los tres pisos altitudinales y establecer si existe o no igualdad en las tres medias poblacionales.

Cuadro 17. ANOVA para la floración del Pumamaqui (en función de datos mensuales).

ANOVA

Floración

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4502.682	2	2251.341	6.262	.011
Dentro de grupos	5033.200	14	359.514		
Total	9535.882	16			

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Considerando $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y valor p de 0.01, no se acepta la hipótesis nula y concluyendo en diferencia en la floración del Pumamaqui Macho en alguno de los 3 pisos altitudinales. Por lo que se requiere la siguiente prueba post hoc:

En función del rechazo de la hipótesis nula, se aplica la Prueba post-hoc para la Floración del Pumamaqui (Cuadro 18), en donde en base a

comparaciones múltiples de los pisos altitudinales, se pretende establecer subconjuntos homogéneos, los mismos que no puedan diferenciarse entre sí.

Cuadro 18. Prueba post-hoc para la floración del Pumamaqui (en función de datos mensuales).

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: **Floración**
HSD Tukey

(I) Piso	(J) Piso	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-22.00000	10.94706	.146	-50.6515	6.6515
	3	-40.40000*	11.48137	.009	-70.4500	-10.3500
2	1	22.00000	10.94706	.146	-6.6515	50.6515
	3	-18.40000	11.48137	.277	-48.4500	11.6500
3	1	40.40000*	11.48137	.009	10.3500	70.4500
	2	18.40000	11.48137	.277	-11.6500	48.4500

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

La tabla previa observamos valores p inferiores al 5%, hay diferencia entre el piso 1 y 3, sin embargo, no hay diferencia en la floración de los pisos 1 con 2 y 2 con 3.

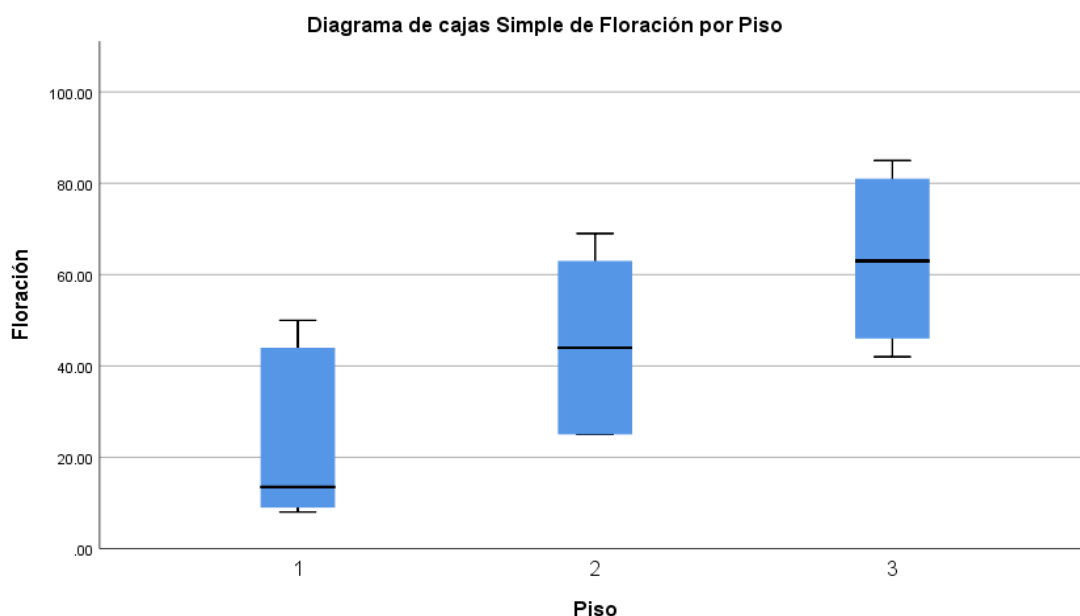


Figura 13: Diagrama de cajas para la floración del Pumamaqui

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

El gráfico anterior indica que para el Pumamaqui Macho, la floración es mejor en los pisos 2 o 3, puesto que los valores son más altos.

4.3.1.2.3. Fructificación.

Se plantea la Prueba de homogeneidad de varianzas para la fase fenológica de Fructificación del Pumamaqui (Cuadro 19), para determinar si los datos en sus varianzas son o no son homogéneos a nivel de los pisos altitudinales.

Cuadro 19. Prueba de homogeneidad de varianzas para la fructificación del Pumamaqui (en función a datos mensuales).

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Fructificación	Se basa en la media	9.742	2	15	.002

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Con un valor p de 0.002 menor que α , no se acepta la hipótesis nula, concluyendo que sus varianzas no serán homogéneas. Considerando no muy estricto al requisito, tomando en cuenta que el método utilizado es efectivo, al menos que sean diferentes las cantidades de las varianzas poblacionales (Triola, 2009), lo cual no es el caso.

Se establece entonces, el análisis ANOVA, para la fase de Fructificación del Pumamaqui (Cuadro 20), con la finalidad de realizar la comparación de medias entre los datos de Fructificación de los tres pisos altitudinales y determinar si existe o no igualdad en las tres medias poblacionales.

Cuadro 20. ANOVA para la fructificación del Pumamaqui (en función de datos mensuales).

ANOVA					
Fructificación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2781.444	2	1390.722	3.358	.062
Dentro de grupos	6211.667	15	414.111		
Total	8993.111	17			

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Considerando $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y con un valor p de 0.062, la hipótesis nula no es rechazada, concluyendo que no presenta diferencia en la fructificación del Pumamaqui Macho en los 3 pisos altitudinales.

4.3.1.2.4. Semillación.

Se establece la Prueba de homogeneidad de varianzas para la fase fenológica de Semillación del Pumamaqui (Cuadro 21), para determinar si los datos en sus varianzas son o no son homogéneos a nivel de los pisos altitudinales.

Cuadro 21: Prueba de homogeneidad de varianzas para la semillación del Pumamaqui (en función a datos mensuales).

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Semillación	Se basa en la media	3.761	2	13	.051

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Con un valor p de 0.051 mayor que α , se acepta la hipótesis nula, concluyendo que sus varianzas serán homogéneas.

Se determina entonces, el análisis ANOVA, para la fase de Semillación del Pumamaqui (Cuadro 22), con el fin de realizar la comparación de medias

entre los datos de Semillación de los tres pisos altitudinales y establecer si existe o no igualdad en las tres medias poblacionales.

Cuadro 22: ANOVA para la semillación del Pumamaqui (en función de datos mensuales)

ANOVA					
Semillación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	171822.864	2	85911.432	13.102	.001
Dentro de grupos	85242.801	13	6557.139		
Total	257065.664	15			

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Considerando $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y valor p de 0.001, no se acepta la hipótesis nula y concluyendo en diferencia en la semillación del Pumamaqui Macho en los 3 pisos altitudinales. Por lo que se requiere la siguiente prueba post hoc:

En función del rechazo de la hipótesis nula, se aplica la Prueba post-hoc para la Semillación del Pumamaqui (Cuadro 23), en donde en base a comparaciones múltiples de los pisos altitudinales, se pretende establecer subconjuntos homogéneos, los mismos que no puedan diferenciarse entre sí.

Cuadro 23: Prueba post-hoc para la semillación del Pumamaqui (en función de datos mensuales)

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: **Semillación**
HSD Tukey

			Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%
--	--	--	-------------	------	-------------------------------

(I) Piso	(J) Piso	Diferencia de medias (I-J)			Límite inferior	Límite superior
1	2	-262.87500*	52.26989	.001	-400.8903	-124.8597
	3	-65.23333	46.75161	.372	-188.6780	58.2113
2	1	262.87500*	52.26989	.001	124.8597	400.8903
	3	197.64167*	52.26989	.006	59.6263	335.6570
3	1	65.23333	46.75161	.372	-58.2113	188.6780
	2	-197.64167*	52.26989	.006	-335.6570	-59.6263

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

La tabla previa indica que con valores p inferiores al 5%, hay diferencia entre el piso 1 y 2 y entre el 2 y 3, sin embargo, no hay diferencia en la semillación de los pisos 1 y 3.

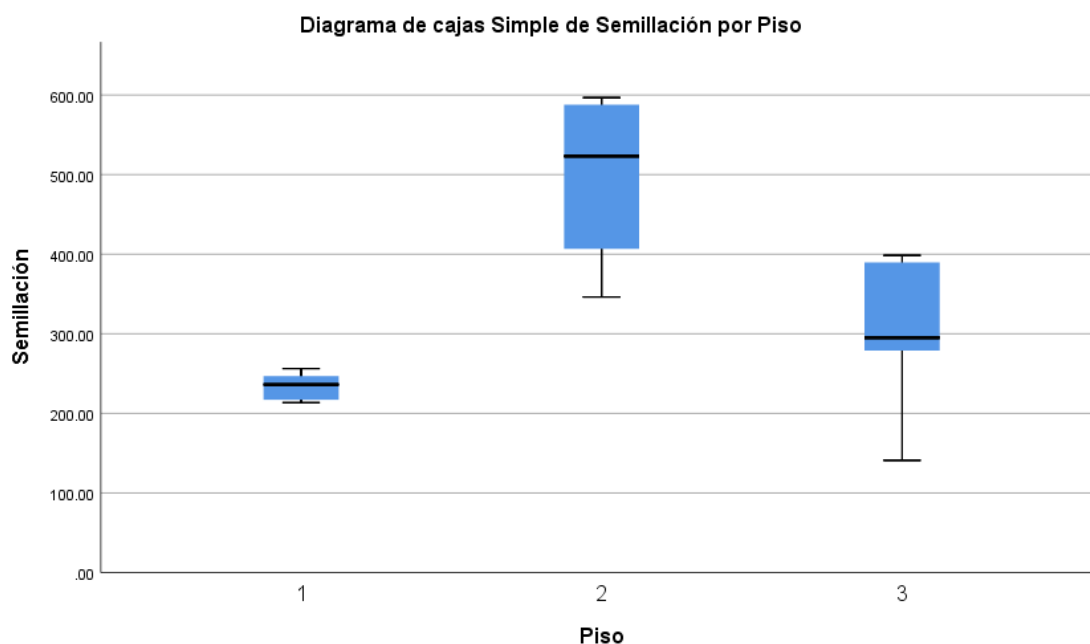


Figura 14: Diagrama de cajas para la semillación del Pumamaqui

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

El gráfico anterior indica que para el Pumamaqui Macho, la semillación es mejor en el piso 2, puesto que los valores son más altos.

4.3.1.3. Quinual, Quinar o Yagual - *Polylepis reticulata*.

4.3.1.3.1. Foliación.

Se plantea la Prueba de homogeneidad de varianzas para la fase fenológica de Foliación del Quinual o Yagual (Cuadro 24), para determinar si los datos en sus varianzas son o no son homogéneos a nivel de los pisos altitudinales.

Cuadro 24: Prueba de homogeneidad de varianzas para la foliación del Quinual (en función a datos mensuales)

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Foliación	Se basa en la media	.455	2	21	.641

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Con un valor p de 0.641 mayor que α , se acepta la hipótesis nula, concluyendo que sus varianzas serán homogéneas.

Se establece entonces, el análisis ANOVA, para la fase de Foliación del Quinual o Yagual (Cuadro 25), con la finalidad de realizar la comparación

de medias entre los datos de Foliación de los tres pisos altitudinales y determinar si existe o no igualdad en las tres medias poblacionales.

Cuadro 25: ANOVA para la foliación del Quinual (en función de datos mensuales)

ANOVA					
Foliación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1.750	2	.875	.024	.976
Dentro de grupos	756.875	21	36.042		
Total	758.625	23			

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Considerando $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y con un valor p de 0.976, la hipótesis nula no es rechazada, concluyendo que no presenta diferencia en la foliación del Quinual en los 3 pisos altitudinales.

4.3.1.3.2. Floración.

Se establece la Prueba de homogeneidad de varianzas para la fase fenológica de Floración del Quinual o Yagual (Cuadro 26), para determinar si los datos en sus varianzas son o no son homogéneos a nivel de los pisos altitudinales.

Cuadro 26: Prueba de homogeneidad de varianzas para la floración del Quinual (en función a datos mensuales)

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Floración	Se basa en la media	8.012	2	15	.004

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Con un valor p de 0.004 menor que α , no es aceptada la hipótesis nula, concluyendo que sus varianzas no serán homogéneas. Sin embargo, el método utilizado posee buen funcionamiento, excepto con cantidades elevadas en sus varianzas poblacionales (Triola, 2009), lo cual no es el caso.

Se determina entonces, el análisis ANOVA, para la fase de Floración del Quinual o Yagual (Cuadro 27), con el fin de realizar la comparación de medias entre los datos de Floración de los tres pisos altitudinales y establecer si existe o no igualdad en las tres medias poblacionales.

Cuadro 27: ANOVA para la floración del Quinual (en función de datos mensuales)

ANOVA

Floración

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2039.111	2	1019.556	1.825	.195
Dentro de grupos	8380.500	15	558.700		
Total	10419.611	17			

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Considerando $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y con un valor p de 0.195, la hipótesis nula no es rechazada, concluyendo que no presenta diferencia en la floración del Quinual en los 3 pisos altitudinales.

4.3.1.3.3. Fructificación.

Se plantea la Prueba de homogeneidad de varianzas para la fase fenológica de Fructificación del Quinual o Yagual (Cuadro 28), para determinar si los datos en sus varianzas son o no son homogéneos a nivel de los pisos altitudinales.

Cuadro 28: Prueba de homogeneidad de varianzas para la fructificación del Quinual (en función a datos mensuales)

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Fructificación	Se basa en la media	4.819	2	21	.019

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Con un valor p de 0.019 menor que α , no es aceptada la hipótesis nula, concluyendo que sus varianzas no serán homogéneas. Sin embargo, el método utilizado posee buen funcionamiento, excepto con cantidades elevadas en sus varianzas poblacionales (Triola, 2009), lo cual no es el caso.

Se establece entonces, el análisis ANOVA, para la fase de Fructificación del Quinual o Yagual (Cuadro 29), con la finalidad de realizar la comparación de medias entre los datos de Fructificación de los tres pisos altitudinales y determinar si existe o no igualdad en las tres medias poblacionales.

Cuadro 29: ANOVA para la fructificación del Quinual (en función de datos mensuales)

ANOVA					
Fructificación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	691.892	2	345.946	.596	.560
Dentro de grupos	12189.733	21	580.463		
Total	12881.625	23			

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Considerando $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y con un valor p de 0.560, la hipótesis nula no es rechazada, concluyendo que no presenta diferencia en el fructificación del Quinual en los 3 pisos altitudinales.

4.3.1.3.4. Semillación.

Se establece la Prueba de homogeneidad de varianzas para la fase fenológica de Semillación del Quinual o Yagual (Cuadro 30), para determinar si los datos en sus varianzas son o no son homogéneos a nivel de los pisos altitudinales.

Cuadro 30: Prueba de homogeneidad de varianzas para la semillación del Quinual (en función a datos mensuales)

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Semillación	Se basa en la media	2.553	2	9	.132

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Con un valor p de 0.132 mayor que α , la hipótesis nula no es rechazada, concluyendo que las varianzas son homogéneas.

Se determina entonces, el análisis ANOVA, para la fase de Semillación del Quinual o Yagual (Cuadro 31), con el fin de realizar la comparación de medias entre los datos de Semillación de los tres pisos altitudinales y establecer si existe o no igualdad en las tres medias poblacionales.

Cuadro 31: ANOVA para la semillación del Quinual (en función de datos mensuales)

ANOVA

Semillación

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4286.622	2	2143.311	3.855	.062
Dentro de grupos	5003.205	9	555.912		
Total	9289.827	11			

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Considerando $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y con un valor p de 0.062, la hipótesis nula no es rechazada, concluyendo que no presenta diferencia en la semillación del Quinual en los 3 pisos altitudinales.

4.3.1.4. Quishuar - *Buddleja incana*.

4.3.1.4.1. Foliación.

Se plantea la Prueba de homogeneidad de varianzas para la fase fenológica de Foliación del Quishuar (Cuadro 32), para determinar si los datos en sus varianzas son o no son homogéneos a nivel de los pisos altitudinales.

Cuadro 32: Prueba de homogeneidad de varianzas para la foliación del Quishuar (en función a datos mensuales)

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Foliación	Se basa en la media	.135	2	18	.875

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Con un valor p de 0.875 mayor que α , la hipótesis nula no es rechazada, concluyendo que las varianzas son homogéneas.

Se establece entonces, el análisis ANOVA, para la fase de Foliación del Quishuar (Cuadro 33), con la finalidad de realizar la comparación de

medias entre los datos de Foliación de los tres pisos altitudinales y determinar si existe o no igualdad en las tres medias poblacionales.

Cuadro 33: ANOVA para la foliación del Quishuar (en función de datos mensuales)

ANOVA					
Foliación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	10.667	2	5.333	1.067	.365
Dentro de grupos	90.000	18	5.000		
Total	100.667	20			

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Considerando $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y con un valor p de 0.365, la hipótesis nula no es rechazada, concluyendo que no presenta diferencia en la foliación del Quishuar en los 3 pisos altitudinales.

4.3.1.4.2. Floración.

Se establece la Prueba de homogeneidad de varianzas para la fase fenológica de Floración del Quishuar (Cuadro 34), para determinar si los datos en sus varianzas son o no son homogéneos a nivel de los pisos altitudinales.

Cuadro 34: Prueba de homogeneidad de varianzas para la floración del Quishuar (en función a datos mensuales).

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Floración	Se basa en la media	.737	2	21	.491

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Con un valor p de 0.491 mayor que α , se acepta la hipótesis nula, concluyendo que sus varianzas serán homogéneas.

Se determina entonces, el análisis ANOVA, para la fase de Floración del Quishuar (Cuadro 35), con el fin de realizar la comparación de medias entre los datos de Floración de los tres pisos altitudinales y establecer si existe o no igualdad en las tres medias poblacionales.

Cuadro 35: ANOVA para la floración del Quishuar (en función de datos mensuales)

ANOVA

Floración

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3267.750	2	1633.875	1.855	.181
Dentro de grupos	18495.875	21	880.756		
Total	21763.625	23			

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Considerando $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y con un valor p de 0.181, la hipótesis nula no es rechazada, concluyendo que no presenta diferencia en la floración del Quishuar los 3 pisos altitudinales.

4.3.1.4.3. Fructificación.

Se plantea la Prueba de homogeneidad de varianzas para la fase fenológica de Fructificación del Quishuar (Cuadro 36), para establecer si los datos en sus varianzas son o no son homogéneos a nivel de los pisos altitudinales.

Cuadro 36: Prueba de homogeneidad de varianzas para la fructificación del Quishuar (en función a datos mensuales)

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Fructificación	Se basa en la media	1.956	2	25	.162

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Con un valor p de 0.162 mayor que α , se acepta la hipótesis nula, concluyendo que sus varianzas serán homogéneas.

Se establece entonces, el análisis ANOVA, para la fase de Fructificación del Quishuar (Cuadro 37), con la finalidad de realizar la

comparación de medias entre los datos de Fructificación de los tres pisos altitudinales y determinar si existe o no igualdad en las tres medias poblacionales.

Cuadro 37: ANOVA para la fructificación del Quishuar (en función de datos mensuales)

ANOVA					
Fructificación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2644.804	2	1322.402	2.137	.139
Dentro de grupos	15473.875	25	618.955		
Total	18118.679	27			

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Considerando $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y con un valor p de 0.139, la hipótesis nula no es rechazada, concluyendo que no presenta diferencia en la fructificación del Quishuar en los 3 pisos altitudinales.

4.3.1.4.4. Semillación.

Se establece la Prueba de homogeneidad de varianzas para la fase fenológica de Semillación del Quishuar (Cuadro 38), para determinar si los datos en sus varianzas son o no son homogéneos a nivel de los pisos altitudinales.

Cuadro 38: Prueba de homogeneidad de varianzas para la semillación del Quishuar (en función a datos mensuales)

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Semillación	Se basa en la media	7.677	2	9	.011

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Con un valor p de 0.011 menor que α , no es aceptada la hipótesis nula, concluyendo que sus varianzas no serán homogéneas. Sin embargo, el método utilizado posee buen funcionamiento, excepto con cantidades elevadas en sus varianzas poblacionales (Triola, 2009), lo cual no es el caso.

Se determina entonces, el análisis ANOVA, para la fase de Semillación del Quishuar (Cuadro 39), con el fin de realizar la comparación de medias entre los datos de Semillación de los tres pisos altitudinales y establecer si existe o no igualdad en las tres medias poblacionales.

Cuadro 39: ANOVA para la semillación del Quishuar (en función de datos mensuales)

ANOVA

Semillación

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	114855.952	2	57427.976	152.910	.000
Dentro de grupos	3380.097	9	375.566		
Total	118236.049	11			

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Considerando $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y valor p de 0.000, no se acepta la hipótesis nula y concluyendo con diferencia en la semillación del Quishuar en alguno de los 3 pisos altitudinales. Por lo que se requiere la siguiente prueba post hoc:

En función del rechazo de la hipótesis nula, se aplica la Prueba post-hoc para la Semillación del Quishuar (Cuadro 40), en donde en base a comparaciones múltiples de los pisos altitudinales, se pretende establecer subconjuntos homogéneos, los mismos que no puedan diferenciarse entre sí.

Cuadro 40: Prueba post-hoc para la semillación del Quishuar (en función de datos mensuales)

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: **Semillación**

HSD Tukey

(I) Piso	(J) Piso	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-231.77500*	13.70340	.000	-270.0350	-193.5150
	3	-168.62500*	13.70340	.000	-206.8850	-130.3650
2	1	231.77500*	13.70340	.000	193.5150	270.0350
	3	63.15000*	13.70340	.003	24.8900	101.4100
3	1	168.62500*	13.70340	.000	130.3650	206.8850
	2	-63.15000*	13.70340	.003	-101.4100	-24.8900

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

En la tabla previa podemos observar que con valores p inferiores al 5%, hay diferencia entre todos los pisos altitudinales.

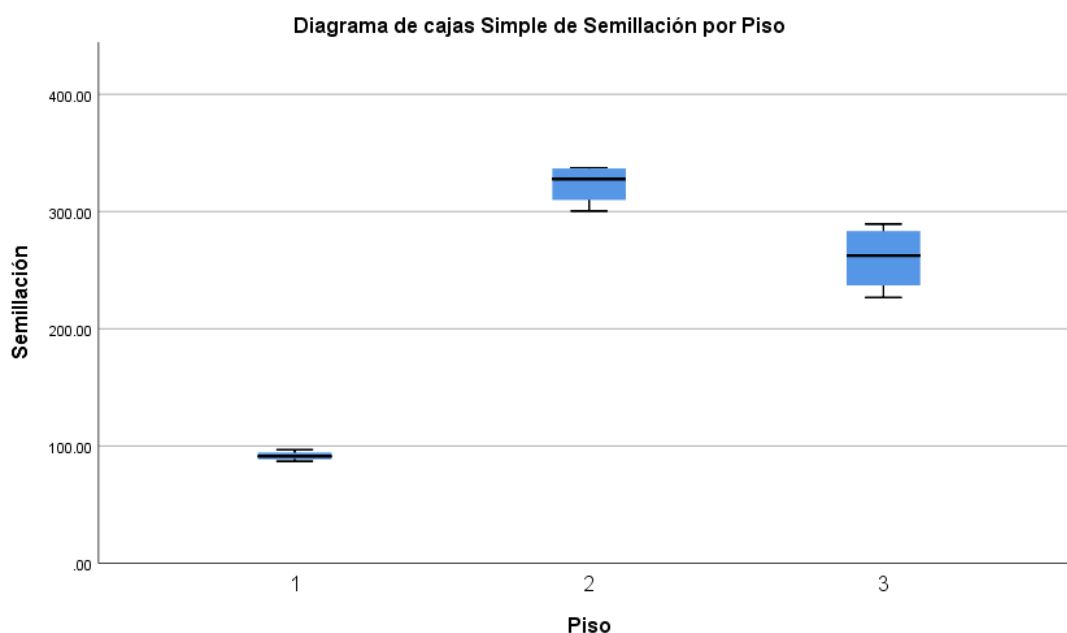


Figura 15: Diagrama de cajas para la semillación del Quishuar

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

El gráfico anterior indica que, para el Quishuar, la semillación es mejor en el piso 2, puesto que los valores son más altos.

4.3.1.5. Romerillo, Sisín o Guavisay - *Podocarpus oleifolius*.

4.3.1.5.1. Foliación.

Se plantea la Prueba de homogeneidad de varianzas para la fase fenológica de Foliación del Romerillo (Cuadro 41), para establecer si los datos en sus varianzas son o no son homogéneos a nivel de los pisos altitudinales.

Cuadro 41: Prueba de homogeneidad de varianzas para la foliación del Romerillo (en función a datos mensuales)

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Foliación	Se basa en la media	.378	2	18	.690

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Con un valor p de 0.690 mayor que α , se acepta la hipótesis nula, concluyendo que sus varianzas serán homogéneas.

Se establece entonces, el análisis ANOVA, para la fase de Foliación del Romerillo (Cuadro 42), con la finalidad de realizar la comparación de medias entre los datos de Foliación de los tres pisos altitudinales y determinar si existe o no igualdad en las tres medias poblacionales.

Cuadro 42: ANOVA para la foliación del Romerillo (en función de datos mensuales)

ANOVA

Foliación

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	11.583	2	5.792	.231	.796
Dentro de grupos	526.375	21	25.065		
Total	537.958	23			

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Considerando $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y con un valor p de 0.796, la hipótesis nula no es rechazada, concluyendo que no presenta diferencia en la foliación del Romerillo en los 3 pisos altitudinales.

4.3.1.5.2. Floración.

Se establece la Prueba de homogeneidad de varianzas para la fase fenológica de Floración del Romerillo (Cuadro 43), para determinar si los datos en sus varianzas son o no son homogéneos a nivel de los pisos altitudinales.

Cuadro 43: Prueba de homogeneidad de varianzas para la floración del Romerillo (en función a datos mensuales)

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Floración	Se basa en la media	.690	2	15	.517

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Con un valor p de 0.517 mayor que α , se acepta la hipótesis nula, concluyendo que sus varianzas serán homogéneas.

Se determina entonces, el análisis ANOVA, para la fase de Floración del Romerillo (Cuadro 44), con el fin de realizar la comparación de medias entre los datos de Floración de los tres pisos altitudinales y establecer si existe o no igualdad en las tres medias poblacionales.

Cuadro 44: ANOVA para la floración del Romerillo (en función de datos mensuales)

ANOVA					
Floración					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1712.111	2	856.056	2.815	.092
Dentro de grupos	4562.167	15	304.144		
Total	6274.278	17			

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Considerando $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y con un valor p de 0.092, la hipótesis nula no es rechazada, concluyendo que no presenta diferencia en la floración del Romerillo en los 3 pisos altitudinales.

4.3.1.5.3. Fructificación.

Se plantea la Prueba de homogeneidad de varianzas para la fase fenológica de Fructificación del Romerillo (Cuadro 45), para establecer si los datos en sus varianzas son o no son homogéneos a nivel de los pisos altitudinales.

Cuadro 45: Prueba de homogeneidad de varianzas para la fructificación del Romerillo (en función a datos mensuales)

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Fructificación	Se basa en la media	.542	2	21	.590

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Con un valor p de 0.590 mayor que α , se acepta la hipótesis nula, concluyendo que sus varianzas serán homogéneas.

Se establece entonces, el análisis ANOVA, para la fase de Fructificación del Romerillo (Cuadro 46), con la finalidad de realizar la comparación de medias entre los datos de Fructificación de los tres pisos altitudinales y determinar si existe o no igualdad en las tres medias poblacionales.

Cuadro 46: ANOVA para la fructificación del Romerillo (en función de datos mensuales)

ANOVA

Fructificación

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	696.083	2	348.042	.914	.416
Dentro de grupos	7993.750	21	380.655		
Total	8689.833	23			

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Considerando $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y con un valor p de 0.416, la hipótesis nula no es rechazada, concluyendo que no presenta diferencia en la fructificación del Romerillo en los 3 pisos altitudinales.

4.3.1.5.4. Semillación.

Se establece la Prueba de homogeneidad de varianzas para la fase fenológica de Semillación del Romerillo (Cuadro 47), para determinar si los datos en sus varianzas son o no son homogéneos a nivel de los pisos altitudinales.

Cuadro 47: Prueba de homogeneidad de varianzas para la semillación del Romerillo (en función a datos mensuales)

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Semillación	Se basa en la media	1.455	2	9	.283

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Con un valor p de 0.283 mayor que α , la hipótesis nula no es rechazada, concluyendo que las varianzas son homogéneas.

Se determina entonces, el análisis ANOVA, para la fase de Semillación del Romerillo (Cuadro 48), con el fin de realizar la comparación de medias entre los datos de Semillación de los tres pisos altitudinales y establecer si existe o no igualdad en las tres medias poblacionales.

Cuadro 48: ANOVA para la semillación del Romerillo (en función de datos mensuales)

ANOVA

Semillación

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	209433.105	2	104716.552	43.049	.000
Dentro de grupos	21892.525	9	2432.503		
Total	231325.630	11			

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Considerando $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y valor p de 0.000, no se acepta la hipótesis nula y concluyendo que existe diferencia en la semillación del Romerillo en alguno de los 3 pisos altitudinales. Por lo que se requiere la siguiente prueba post hoc:

En función del rechazo de la hipótesis nula, se aplica la Prueba post-hoc para la Semillación del Romerillo (Cuadro 49), en donde en base a comparaciones múltiples de los pisos altitudinales, se pretende establecer subconjuntos homogéneos, los mismos que no puedan diferenciarse entre sí.

Cuadro 49: Prueba post-hoc para la semillación del Romerillo (en función de datos mensuales)

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: **Semillación**

HSD Tukey

(I) Piso	(J) Piso	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-219.97500*	34.87480	.000	-317.3456	-122.6044
	3	-315.52500*	34.87480	.000	-412.8956	-218.1544
2	1	219.97500*	34.87480	.000	122.6044	317.3456
	3	-95.55000	34.87480	.054	-192.9206	1.8206
3	1	315.52500*	34.87480	.000	218.1544	412.8956

	2	95.55000	34.87480	.054	-1.8206	192.9206
--	---	----------	----------	------	---------	----------

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

En la tabla previa observamos que con valores p inferiores al 5%, hay diferencia entre el piso 1 y 2 y entre el 1 y 3, sin embargo, no hay diferencia en la semillación de los pisos 2 y 3.

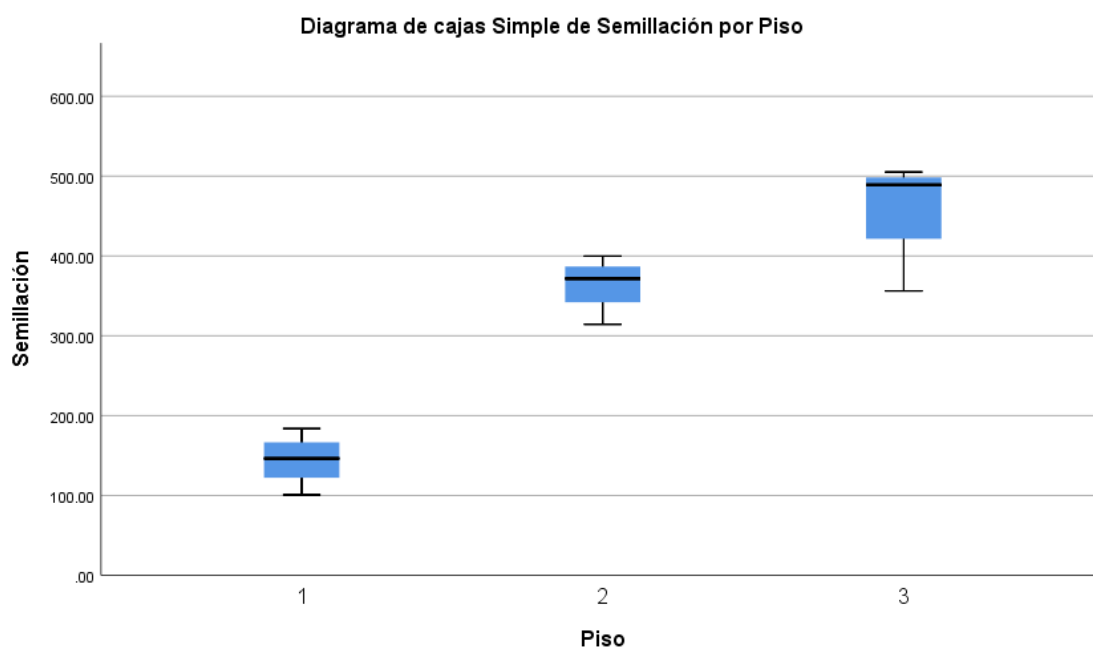


Figura 16: Diagrama de cajas para la semillación del Romerillo

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

El gráfico anterior indica que, para el Romerillo, la semillación es mejor en los pisos 2 o 3, puesto que los valores son más altos.

4.3.1.6. Tarqui o Borracho - *Hedyosmun luteynii todzia*.

4.3.1.6.1. Foliación.

Se plantea la Prueba de homogeneidad de varianzas para la fase fenológica de Foliación del Tarqui (Cuadro 50), para establecer si los datos en sus varianzas son o no son homogéneos a nivel de los pisos altitudinales.

Cuadro 50: Prueba de homogeneidad de varianzas para la foliación del Tarqui (en función a datos mensuales)

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Foliación	Se basa en la media	.122	2	18	.886

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Con un valor p de 0.371 mayor que α , la hipótesis nula no es rechazada, concluyendo que las varianzas son homogéneas.

Se establece entonces, el análisis ANOVA, para la fase de Foliación del Tarqui (Cuadro 51), con la finalidad de realizar la comparación de medias entre los datos de Foliación de los tres pisos altitudinales y determinar si existe o no igualdad en las tres medias poblacionales.

Cuadro 51: ANOVA para la foliación del Tarqui (en función de datos mensuales)

ANOVA					
Foliación					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	52.095	2	26.048	3.671	.046
Dentro de grupos	127.714	18	7.095		
Total	179.810	20			

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Considerando $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y valor p de 0.046, no se acepta la hipótesis nula y concluyendo que existe diferencia en la foliación del Tarqui en alguno de los 3 pisos altitudinales. Por lo que se requiere la siguiente prueba post hoc:

En función a lo no aceptación en la hipótesis nula, se aplica la prueba post-hoc para la Foliación del Tarqui (Cuadro 52), en donde en base a comparaciones múltiples de los pisos altitudinales, se pretende establecer subconjuntos homogéneos, los mismos que no puedan diferenciarse entre sí.

Cuadro 52: Prueba post-hoc para la foliación del Tarqui (en función de datos mensuales)

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Foliación
HSD Tukey

(I) Piso	(J) Piso	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior

1	2	-2.00000	1.42380	.359	-5.6338	1.6338
	3	-3.85714	1.42380	.036	-7.4909	-.2234
2	1	2.00000	1.42380	.359	-1.6338	5.6338
	3	-1.85714	1.42380	.411	-5.4909	1.7766
3	1	3.85714	1.42380	.036	.2234	7.4909
	2	1.85714	1.42380	.411	-1.7766	5.4909

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

En la tabla previa observamos que con valores p inferiores al 5%, hay diferencia entre el piso 1 y 3, sin embargo, no hay diferencia en la floración de los pisos 1 con 2 y 2 con 3.

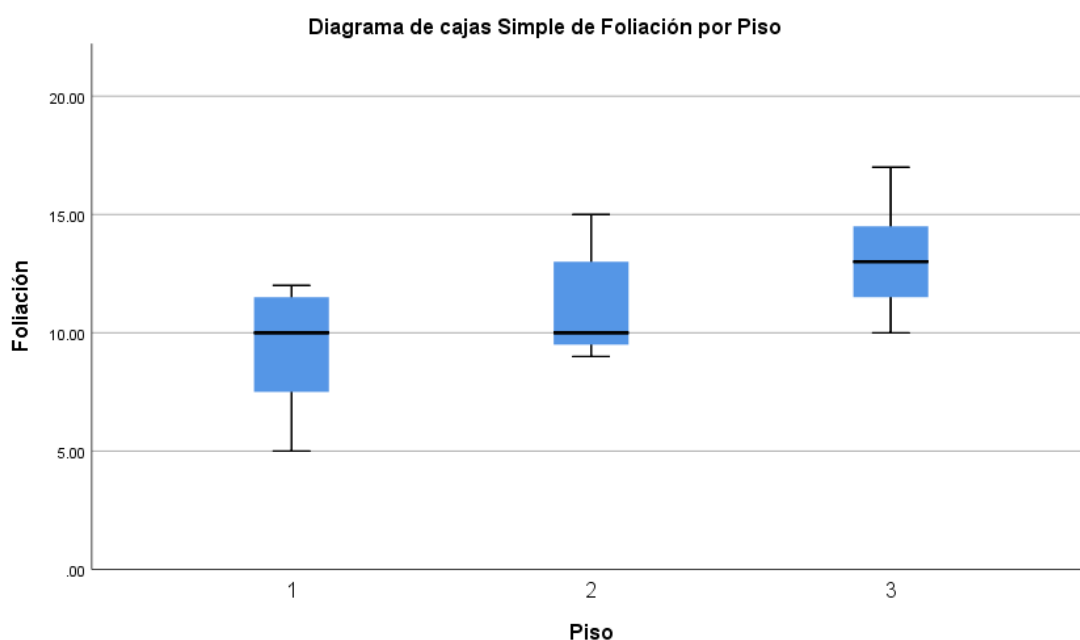


Figura 17: Diagrama de cajas para la foliación del Tarqui

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

El gráfico anterior indica que, para el Tarqui, la foliación es mejor en los pisos 2 o 3, puesto que los valores son más altos.

4.3.1.6.2. Floración.

Se establece la Prueba de homogeneidad de varianzas para la fase fenológica de Floración del Tarqui (Cuadro 53), para determinar si los datos en sus varianzas son o no son homogéneos a nivel de los pisos altitudinales.

Cuadro 53: Prueba de homogeneidad de varianzas para la floración del Tarqui (en función a datos mensuales)

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Floración	Se basa en la media	7.519	2	12	.008

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Con un valor p de 0.008 menor que α , no es aceptada la hipótesis nula, concluyendo que sus varianzas no serán homogéneas. Sin embargo, el método utilizado posee buen funcionamiento, excepto con cantidades elevadas en sus varianzas poblacionales (Triola, 2009), lo cual no es el caso.

Se determina entonces, el análisis ANOVA, para la fase de Floración del Tarqui (Cuadro 54), con el fin de realizar la comparación de medias entre los datos de Floración de los tres pisos altitudinales y establecer si existe o no igualdad en las tres medias poblacionales.

Cuadro 54: ANOVA para la floración del Tarqui (en función de datos mensuales)

ANOVA					
Floración	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	988.133	2	494.067	1.395	.285
Dentro de grupos	4250.800	12	354.233		
Total	5238.933	14			

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Considerando $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y con un valor p de 0.285, la hipótesis nula no es rechazada, concluyendo que no presenta diferencia en la floración del Tarqui en los 3 pisos altitudinales.

4.3.1.6.3. Fructificación.

Se plantea la Prueba de homogeneidad de varianzas para la fase fenológica de Fructificación del Tarqui (Cuadro 55), para establecer si los datos en sus varianzas son o no son homogéneos a nivel de los pisos altitudinales.

Cuadro 55: Prueba de homogeneidad de varianzas para la fructificación del Tarqui (en función a datos mensuales)

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Fructificación	Se basa en la media	6.591	2	13	.011

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Con un valor p de 0.011 menor que α , no es aceptada la hipótesis nula, concluyendo que sus varianzas no serán homogéneas. Sin embargo, el método utilizado posee buen funcionamiento, excepto con cantidades elevadas en sus varianzas poblacionales (Triola, 2009), lo cual no es el caso.

Se establece entonces, el análisis ANOVA, para la fase de Fructificación del Tarqui (Cuadro 56), con la finalidad de realizar la comparación de medias entre los datos de Fructificación de los tres pisos altitudinales y determinar si existe o no igualdad en las tres medias poblacionales.

Cuadro 56: ANOVA para la fructificación del Tarqui (en función de datos mensuales)

ANOVA					
Fructificación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1721.354	2	860.677	2.190	.151
Dentro de grupos	5109.083	13	393.006		
Total	6830.438	15			

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Considerando $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y con un valor p de 0.151, la hipótesis nula no es rechazada, concluyendo que no presenta diferencia en la fructificación del Tarqui en los 3 pisos altitudinales.

4.3.1.6.4. Semillación.

Se establece la Prueba de homogeneidad de varianzas para la fase fenológica de Semillación del Tarqui (Cuadro 57), para determinar si los datos en sus varianzas son o no son homogéneos a nivel de los pisos altitudinales.

Cuadro 57: Prueba de homogeneidad de varianzas para la semillación del Tarqui (en función a datos mensuales)

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Semillación	Se basa en la media	.902	2	9	.439

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Con un valor p de 0.439 mayor que α , se acepta la hipótesis nula, concluyendo que sus varianzas serán homogéneas.

Se determina entonces, el análisis ANOVA, para la fase de Semillación del Tarqui (Cuadro 58), con el fin de realizar la comparación de medias entre los datos de Semillación de los tres pisos altitudinales y establecer si existe o no igualdad en las tres medias poblacionales.

Cuadro 58: ANOVA para la semillación del Tarqui (en función de datos mensuales)

ANOVA					
Semillación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	23582.802	2	11791.401	13.769	.002
Dentro de grupos	7707.208	9	856.356		
Total	31290.009	11			

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Considerando $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y valor p de 0.002, no se acepta la hipótesis nula y indicando la diferencia en la semillación del Tarqui en alguno de los 3 pisos altitudinales. Por lo que se requiere la siguiente prueba post hoc:

En función a la no aceptación en la hipótesis nula, se aplica la prueba post-hoc para la Semillación del Tarqui (Cuadro 59), en donde en base a comparaciones múltiples de los pisos altitudinales, se pretende establecer subconjuntos homogéneos, los mismos que no puedan diferenciarse entre sí.

Cuadro 59: Prueba post-hoc para la semillación del Tarqui (en función de datos mensuales)

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: **Semillación**

HSD Tukey

(I) Piso	(J) Piso	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-84.12500*	20.69247	.007	-141.8985	-26.3515
	3	-101.52500*	20.69247	.002	-159.2985	-43.7515
2	1	84.12500*	20.69247	.007	26.3515	141.8985
	3	-17.40000	20.69247	.688	-75.1735	40.3735
3	1	101.52500*	20.69247	.002	43.7515	159.2985
	2	17.40000	20.69247	.688	-40.3735	75.1735

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

En la tabla previa observamos que con valores p inferiores al 5%, hay diferencia entre el piso 1 y 2 y entre el 1 y 3, sin embargo, no hay diferencia en la semillación de los pisos 2 y 3.

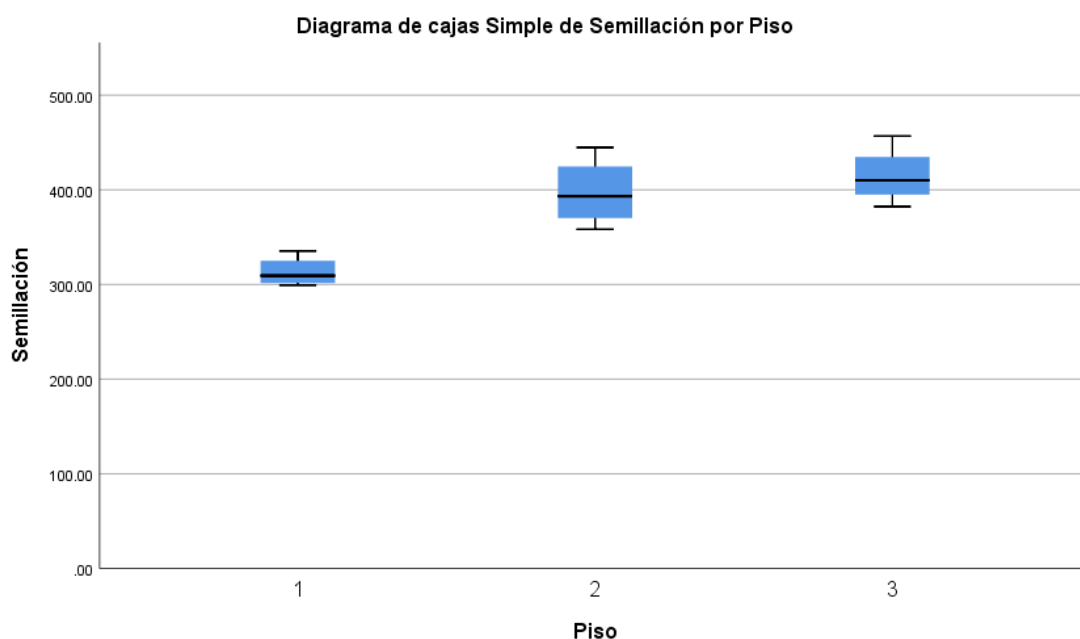


Figura 18: Diagrama de cajas para la semillación del Tarqui

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

El gráfico anterior indica que, para el Tarqui, la semillación es mejor en los pisos 2 o 3, puesto que los valores son más altos.

4.3.2 Determinación de la correlación entre factores meteorológicos y las feno fases referidas a las 6 especies en estudio

4.3.2.1 Análisis de normalidad de las variables.

Antes del análisis de correlación, se requiere indicar que las variables independientes siguen una distribución normal (Cuadro 60), como se indica a continuación:

Cuadro 60: Valores de pruebas de normalidad de variables independientes

Variable	Piso 1	Piso 2	Piso 3
Temperatura	0.200	0.066	0.200
Precipitación	0.200	0.118	0.092
Heliofanía	0.200	0.200	0.200

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

En este caso se utilizó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Sminov, puesto que se tenían más de 50 datos. En todos los casos se obtiene un valor p mayor que α de 0.05, por tal motivo la hipótesis nula no es rechazada, concluyendo con la distribución normal de sus datos obtenidos.

Subsiguiente, se analizaron las variables dependientes (fenológicas). Se realizó el análisis de la fase de Foliación, de las seis especies forestales y en los 3 pisos altitudinales (Cuadro 61), con la finalidad de establecer si los datos de esta etapa fenológica, provienen o no de una distribución normal, obteniéndose:

Cuadro 61: Valores de pruebas de normalidad de la Foliación de las plantas en estudio

FOLIACIÓN

Planta	Piso 1	Piso 2	Piso 3
--------	--------	--------	--------

Arrayan Hembra - <i>Eugenia halli</i>	0.609	0.110	0.169
Pumamaqui Macho – <i>Oreopanax ecuadorensis</i>	0.149	0.272	0.163
Quinual, Quinuar o Yagual - <i>Polylepis reticulata</i>	0.182	0.168	0.603
Quishuar - <i>Buddleja incana</i>	0.555	0.863	0.833
Romerillo, Sisin o Guavisay - <i>Podocarpus oleifolius</i>	0.164	0.178	0.897
Tarqui o Borracho - <i>Hedyosmun luteynii todzia</i>	0.229	0.078	0.568

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

En este caso procedimos a la utilización de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, al tener menos de 50 observaciones. Los valores indicados representan al p valor hallado, y debido a que éste es mayor que α de 0.05 en todos los casos, se concluye que los datos de Foliación provienen de una distribución normal.

Se analizó la fase de Floración, de las seis especies forestales y en los 3 pisos altitudinales (Cuadro 62), con el fin de determinar si los datos de esta etapa fenológica, provienen o no de una distribución normal.

Cuadro 62: Valores de pruebas de normalidad de la Floración de las plantas en estudio

FLORACIÓN

Planta	Piso 1	Piso 2	Piso 3
Arrayan Hembra - <i>Eugenia halli</i>	0.481	0.200	0.430
Pumamaqui Macho - <i>Oreopanax ecuadorensis</i>	0.064	0.414	0.367

Quinual, Quinuar o Yagual - <i>Polylepis reticulata</i>	0.199	0.543	0.694
Quishuar - <i>Buddleja incana</i>	0.099	0.575	0.287
Romerillo, Sisin o Guavisay - <i>Podocarpus oleifolius</i>	0.504	0.524	0.307
Tarqui o Borracho - <i>Hedyosmun luteynii todzia</i>	0.172	0.096	0.647

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

En este caso procedimos a la utilización de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, debido al obtener menos de 50 observaciones. Los valores indicados representan al p valor hallado, y debido a que éste es mayor que α de 0.05 en todos los casos, se concluye que los datos de Floración provienen de una distribución normal.

Se realizó el análisis de la fase de Fructificación, de las seis especies forestales y en los 3 pisos altitudinales (Cuadro 63), con la finalidad de establecer si los datos de esta etapa fenológica, provienen o no de una distribución normal.

Cuadro 63: Valores de pruebas de normalidad de la Fructificación de las plantas en estudio

FRUCTIFICACIÓN

Planta	Piso 1	Piso 2	Piso 3
Arrayan Hembra - <i>Eugenia halli</i>	0.248	0.200	0.221
Pumamaqui Macho - <i>Oreopanax ecuadorensis</i>	0.579	0.085	0.009
Quinual, Quinuar o Yagual - <i>Polylepis reticulata</i>	0.088	0.106	0.483
Quishuar - <i>Buddleja incana</i>	0.002	0.099	0.118

Romerillo, Sisino o Guavisay - <i>Podocarpus oleifolius</i>	0.194	0.441	0.056
Tarqui o Borracho - <i>Hedyosmun luteynii todzia</i>	0.227	0.056	0.079

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Igualmente, en este caso se procede a la utilización de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, al obtener menos de 50 observaciones. Los valores indicados representan el p valor hallado, y debido a que éste es mayor que α de 0.05 en los casos que no están marcados con amarillo, se concluye que los datos de Fructificación provienen de una distribución normal.

Sin embargo, los dos datos marcados con amarillo, son inferiores a α , es decir, no se acepta la hipótesis nula y concluyendo con datos que no provienen de una distribución normal. El método utilizado posee buen funcionamiento, excepto en diferencias en su distribución normal en su población (Triola, 2009), por lo que se aplica el mismo análisis en estos casos también.

Se analizó la fase de Semillación, de las seis especies forestales y en los 3 pisos altitudinales (Cuadro 64), con el fin de determinar si los datos de esta etapa fenológica, provienen o no de una distribución normal.

Cuadro 64: Valores de pruebas de normalidad de la Semillación de las plantas en estudio

SEMILLACIÓN

Planta	Piso 1	Piso 2	Piso 3
Arrayan Hembra - <i>Eugenia halli</i>	0.412	0.781	0.501
Pumamaqui Macho - <i>Oreopanax ecuadorensis</i>	0.655	0.447	0.352
Quinual, Quinuar o Yagual - <i>Polylepis reticulata</i>	0.284	0.479	0.782
Quishuar - <i>Buddleja incana</i>	0.962	0.340	0.708
Romerillo, Sisin o Guavisay - <i>Podocarpus oleifolius</i>	0.821	0.485	0.066
Tarqui o Borracho - <i>Hedyosmun luteynii todzia</i>	0.511	0.917	0.652

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

De igual manera, en este caso utilizamos la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, ya que poseía menos de 50 observaciones. Los valores indicados representan al p valor hallado, y debido a que éste es mayor que α de 0.05 en todos los casos, indicando una distribución normal proveniente de sus datos de semillación.

4.3.2.2 Análisis de Correlación.

Para determinar la correlación entre los factores meteorológicos y las feno fases fenológicas de las 6 especies estudiadas, fue necesario interpretar el valor calculado de r , el cual siempre debe estar entre -1 y +1. Es así que, si r se acerca a 0, se puede concluir que no existe una correlación lineal entre

las variables dependientes e independientes o la falta de existencia en la validación de sus conclusiones de correlación lineal. Pero si r se acerca a -1 o $+1$, se concluye que hay una correlación lineal fuerte entre x con y (Triola, 2009).

Cuando dos variables relacionadas se mueven en la misma dirección, su relación es positiva (valores cercanos a $+1$). Cuando dos variables relacionadas se mueven en direcciones opuestas, su relación es negativa, es decir cuando r es cercana a -1 , hay una correlación negativa o inversa. Las correlaciones inversas describen dos factores que se balancean uno con respecto al otro (Spiegel y Stephens, 2009).

En consideración a lo planteado, en este análisis se obtuvieron los siguientes datos:

4.3.2.2.1. Arrayán hembra – *Eugenia halli*.

Los valores de correlación para el Arrayán (Cuadro 65), determinan el grado de relación existente entre las variables dependientes (Fases fenológicas: Foliación, Floración, Fructificación y Semillación) con las variables independientes (Factores meteorológicos: Temperatura, Precipitación y Heliofanía), en los tres pisos altitudinales estudiados.

Cuadro 65: Valores de correlación entre variables dependientes e independientes para el Arrayán

		Foliación	Floración	Fructificación	Semillación
Piso 1	Temperatura	0.495	0.804	-0.719	-0.878
	Precipitación	-0.560	0.040	-0.554	-0.285
	Heliofanía	0.537	0.493	-0.215	-0.379
Piso 2	Temperatura	0.313	0.814	-0.630	-0.081
	Precipitación	-0.241	-0.161	-0.791	0.291
	Heliofanía	0.512	0.550	0.127	-0.835
Piso 3	Temperatura	0.194	0.779	-0.650	-0.153
	Precipitación	-0.370	-0.331	-0.754	0.703
	Heliofanía	0.749	0.564	0.008	-0.606

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Los datos marcados en rojo, indican los valores más altos de correlación, ya sea positiva o negativa. Es así que, para el Arrayán, la foliación está fuertemente correlacionada con la heliofanía en el piso 3; la floración se correlaciona con la temperatura en todos los pisos, a fructificación se ve correlacionada negativamente por la precipitación en el piso 2 y 3; y la semillación se correlaciona de manera inversa con la temperatura en el piso 1 y con la heliofanía en el piso 2.

- **Gráfica y modelo de correlación para la heliofanía y foliación del piso 3.**

Se determina entonces, el modelo de correlación entre el factor meteorológico heliofanía y la fase fenológica foliación del piso 3, para la especie forestal Arrayán (Cuadro 66), con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 66: Modelo de correlación entre heliofanía y foliación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Foliación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.560	7.649	1	6	.033	-7.289	.141		
Cuadrático	.596	3.688	2	5	.104	38.005	-.390	.002	
Cúbico	.591	3.611	2	5	.107	20.671	-.106	.000	2.701 E-6

La variable independiente es Heliofanía.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

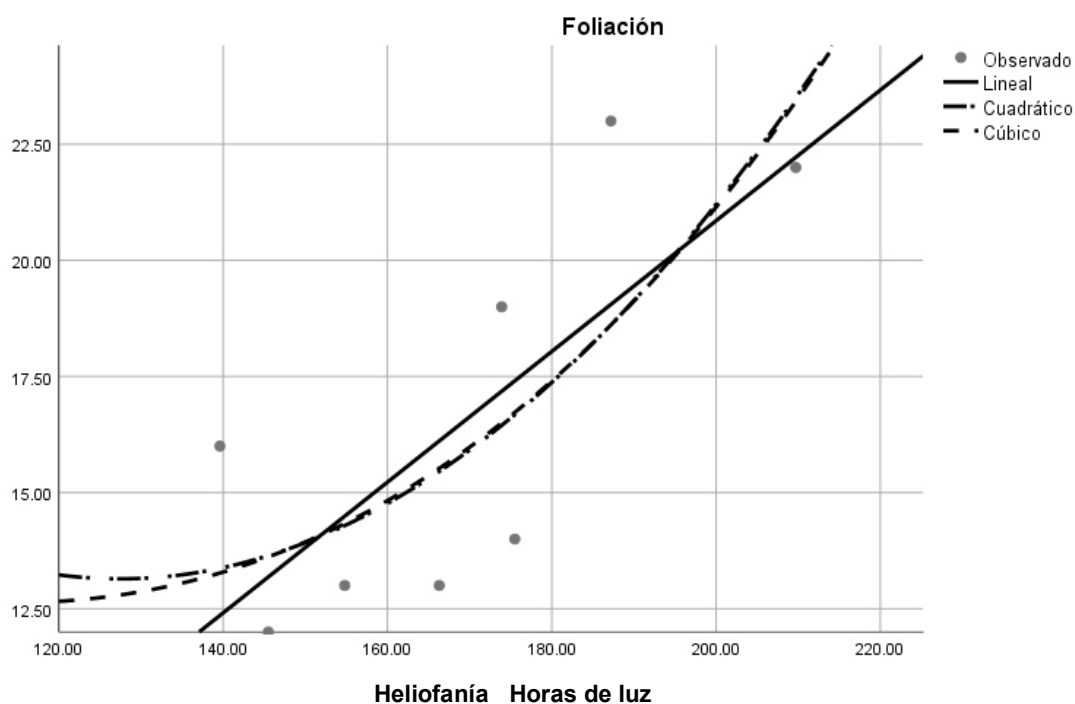


Figura 19: Gráfica de correlación entre heliofanía y foliación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cuadrático es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la floración y temperatura del piso 1.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico temperatura y la fase fenológica floración del piso 1, para la especie forestal Arrayán (Cuadro 67), con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 67: Modelo de correlación entre temperatura y floración

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Floración**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.646	10.937	1	6	.016	-85.945	17.603		
Cuadrático	.661	4.869	2	5	.067	93.457	-46.146	5.605	
Cúbico	.661	4.880	2	5	.067	9.053	.000	-2.749	.501

La variable independiente es Temperatura.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

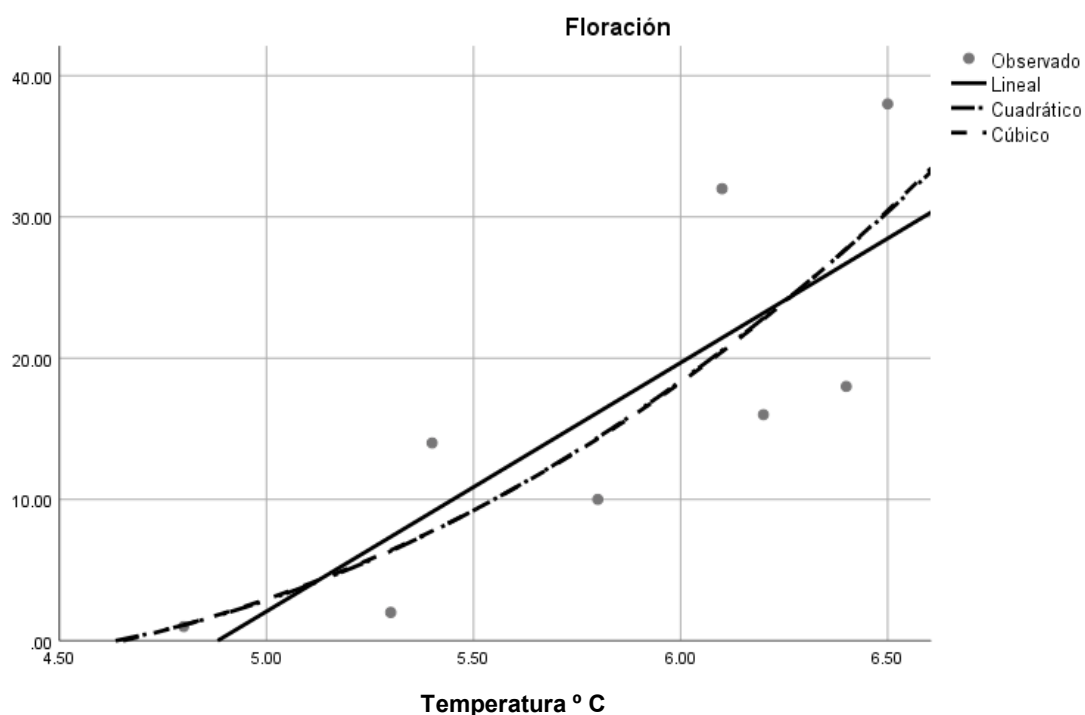


Figura 20: Gráfica de correlación entre temperatura y floración

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Según la tabla y gráfico anteriores, los modelos de ajuste de curvas cuadrático y cúbico no tienen una gran diferencia entre sí, por lo que se podría usar cualquiera de ellos para determinar la tendencia de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la floración y temperatura del piso 2.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico temperatura y la fase fenológica floración del piso 2, para la especie forestal Arrayán (Cuadro 68), con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 68: Modelo de correlación entre temperatura y floración

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: Floración

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.663	11.818	1	6	.014	-492.181	72.407		
Cuadrático	.670	5.070	2	5	.063	1916.115	-568.500	42.538	
Cúbico	.669	5.054	2	5	.063	1018.227	-229.276	.000	1.770

La variable independiente es Temperatura.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

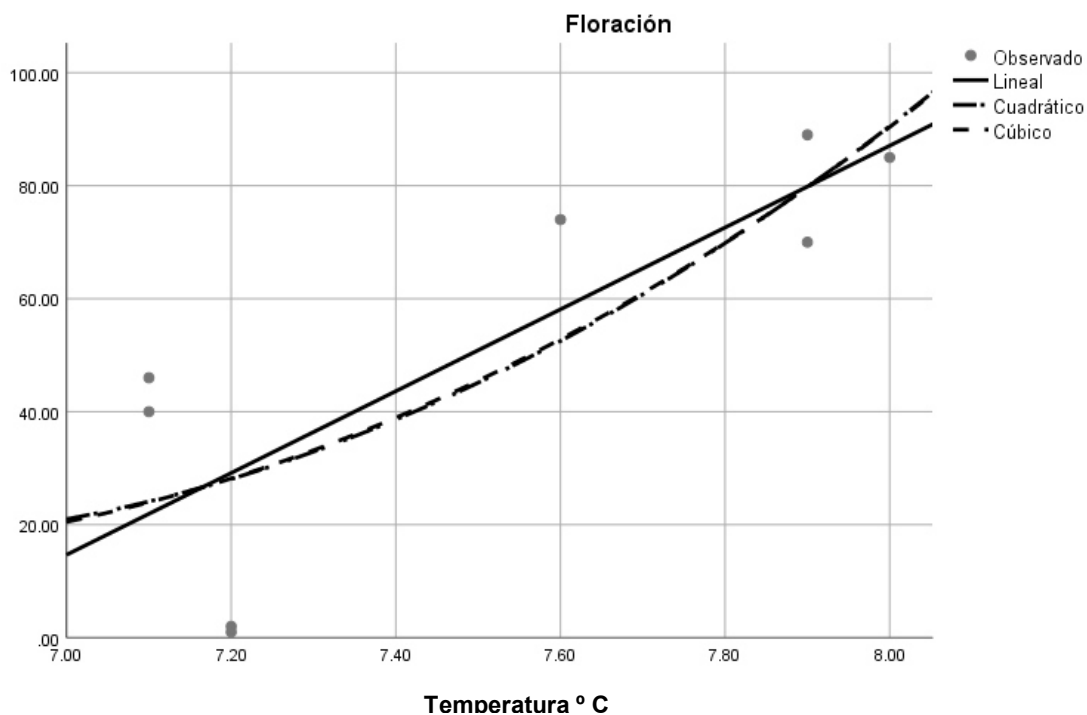


Figura 21: Gráfica de correlación entre temperatura y floración

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cuadrático es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la floración y temperatura del piso 3.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico temperatura y la fase fenológica floración del piso 3, para la especie forestal Arrayán (Cuadro 69); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 69: Modelo de correlación entre temperatura y floración

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Floración**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.607	9.280	1	6	.023	-481.072	54.315		
Cuadrático	.609	3.889	2	5	.096	419.831	-129.452	9.353	
Cúbico	.609	3.891	2	5	.096	15.411	.000	-4.420	.487

La variable independiente es Temperatura.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

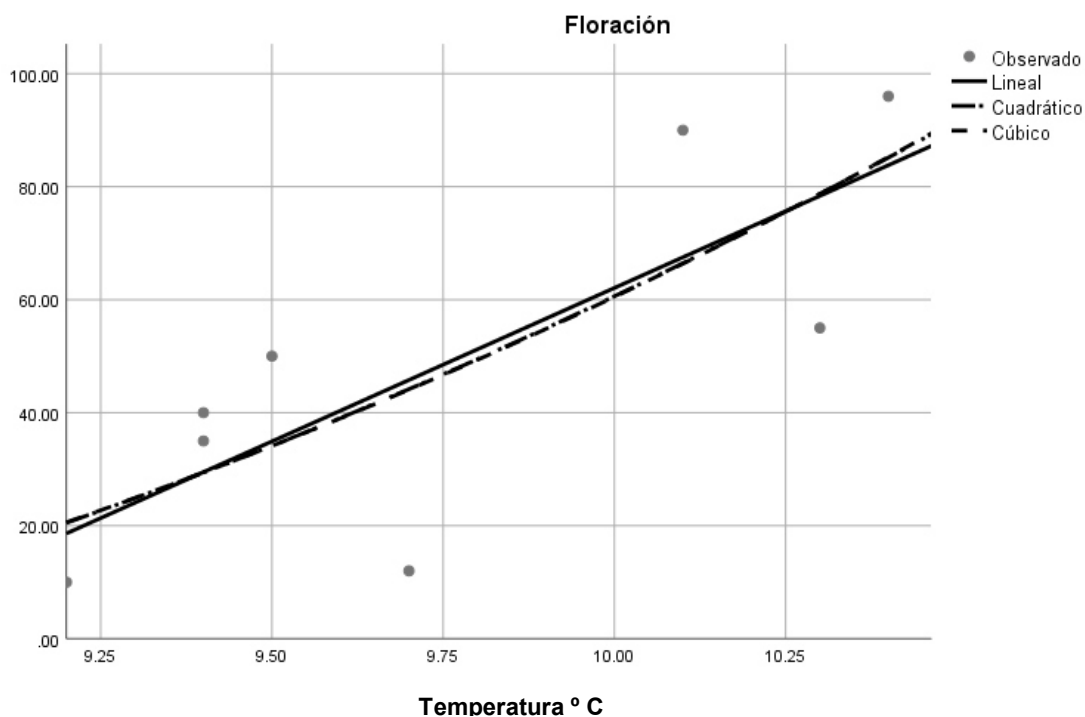


Figura 22: Gráfica de correlación entre temperatura y floración

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Según la tabla anteriores, los modelos de ajuste de curvas cuadrático y cúbico no tienen una gran diferencia entre sí, por lo que se podría usar cualquiera de ellos para determinar la tendencia de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la fructificación y temperatura del piso 1.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico temperatura y la fase fenológica fructificación del piso 1, para la especie forestal Arrayán (Cuadro 70); con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 70: Modelo de correlación entre temperatura y fructificación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Fructificación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.517	4.285	1	4	.107	39.240	-4.609		
Cuadrático	.517	1.607	2	3	.335	40.402	-5.012	.034	
Cúbico	.518	1.610	2	3	.335	43.416	-5.703	.000	.010

La variable independiente es Temperatura.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

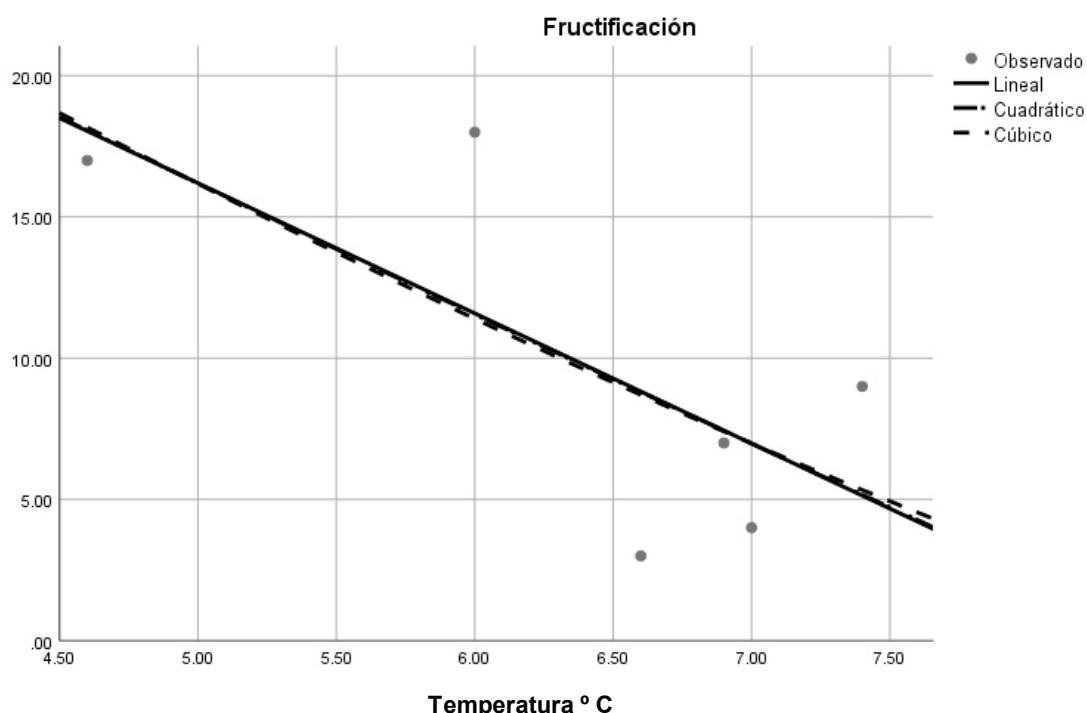


Figura 23: Gráfica de correlación entre temperatura y fructificación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y el gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la fructificación y precipitación del piso 2.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico precipitación y la fase fenológica fructificación del piso 2, para la especie forestal Arrayán (Cuadro 71); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 71: Modelo de correlación entre temperatura y fructificación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Fructificación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.626	6.682	1	4	.061	75.482	-.876		
Cuadrático	.627	2.520	2	3	.228	77.174	-1.041	.002	
Cúbico	.922	7.924	3	2	.114	17.877	8.513	-.291	.002

La variable independiente es Precipitación.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

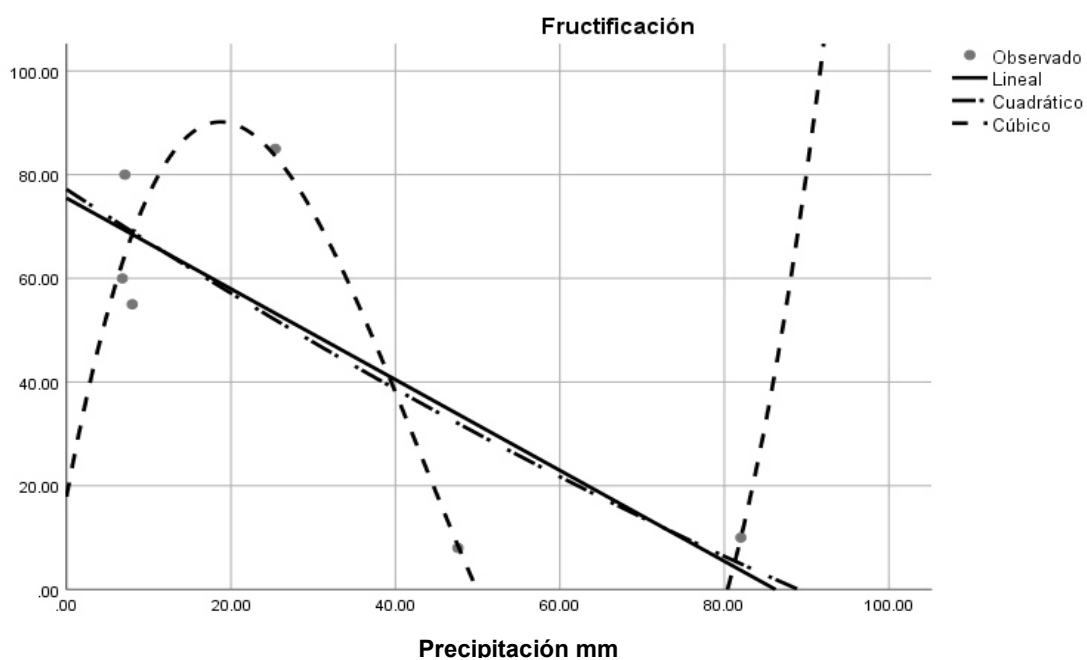


Figura 24: Gráfica de correlación entre precipitación y fructificación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la fructificación y precipitación del piso 3.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico precipitación y la fase fenológica fructificación del piso 3, para la especie forestal Arrayán (Cuadro 72); con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 72: Modelo de correlación entre temperatura y fructificación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Fructificación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.568	5.267	1	4	.083	76.767	-.864		
Cuadrático	.596	2.214	2	3	.257	83.003	-1.630	.010	
Cúbico	.918	7.465	3	2	.120	37.376	9.337	-.421	.004

La variable independiente es Precipitación.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

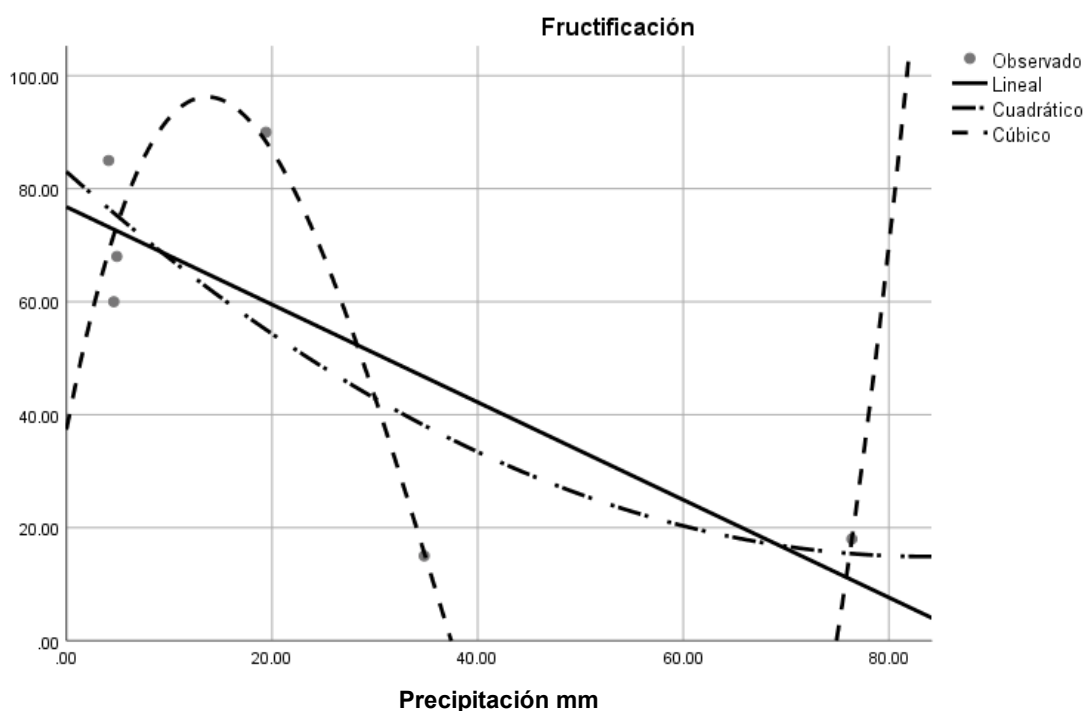


Figura 25: Gráfica de correlación entre precipitación y fructificación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la semillación y temperatura del piso 1.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico temperatura y la fase fenológica semillación del piso 1, para la especie forestal Arrayán (Cuadro 73); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 73: Modelo de correlación entre temperatura y semillación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Semillación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.772	6.753	1	2	.122	202.646	-20.405		
Cuadrático	.937	7.464	2	1	.251	-355.201	247.436	-31.524	
Cúbico	.935	7.218	2	1	.255	-182.006	118.905	.000	-2.552

La variable independiente es Temperatura.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

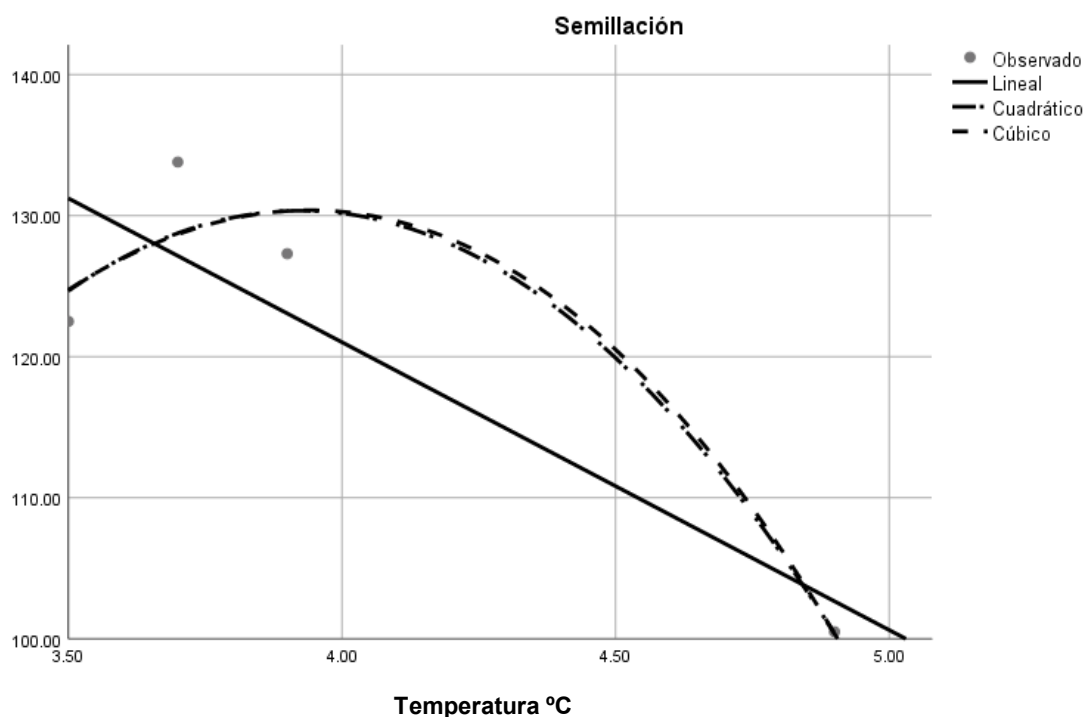


Figura 26: Gráfica de correlación entre temperatura y semillación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cuadrático es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la semillación y heliofanía del piso 2.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico heliofanía y la fase fenológica semillación del piso 2, para la especie forestal Arrayán (Cuadro 74); con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 74: Modelo de correlación entre heliofanía y semillación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

/variable dependiente: **Semillación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.697	4.611	1	2	.165	473.237	-.904		
Cuadrático	.727	1.332	2	1	.522	1183.539	-8.245	.019	
Cúbico	.727	1.332	2	1	.522	1183.539	-8.245	.019	.000

La variable independiente es Heliofanía.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

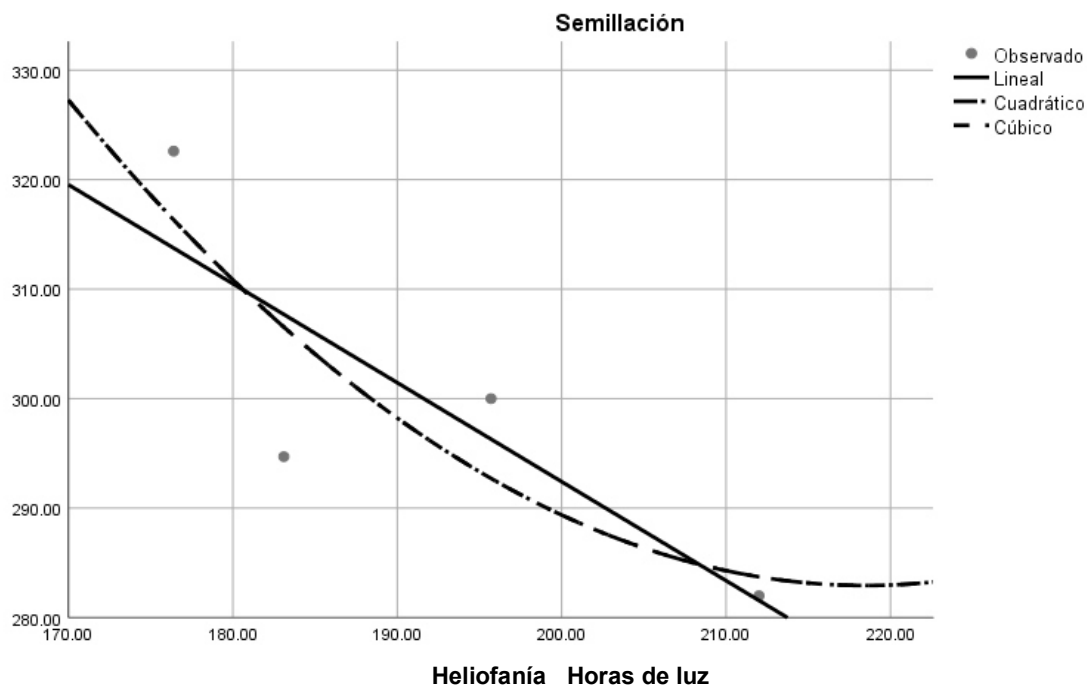


Figura 27: Gráfica de correlación entre heliofanía y semillación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, los modelos de ajuste de curvas cuadrático y cúbico no tienen una gran diferencia entre sí, por lo que se podría usar cualquiera de ellos para determinar la tendencia de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la semillación y precipitación del piso 3.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico precipitación y la fase fenológica semillación del piso 3, para la

especie forestal Arrayán (Cuadro 75); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 75: Modelo de correlación entre precipitación y semillación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Semillación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.494	1.954	1	2	.297	282.949	3.009		
Cuadrático	.587	.711	2	1	.643	78.970	14.332	-.148	
Cúbico	.594	.732	2	1	.637	135.998	9.181	.000	-.001

La variable independiente es Precipitación.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

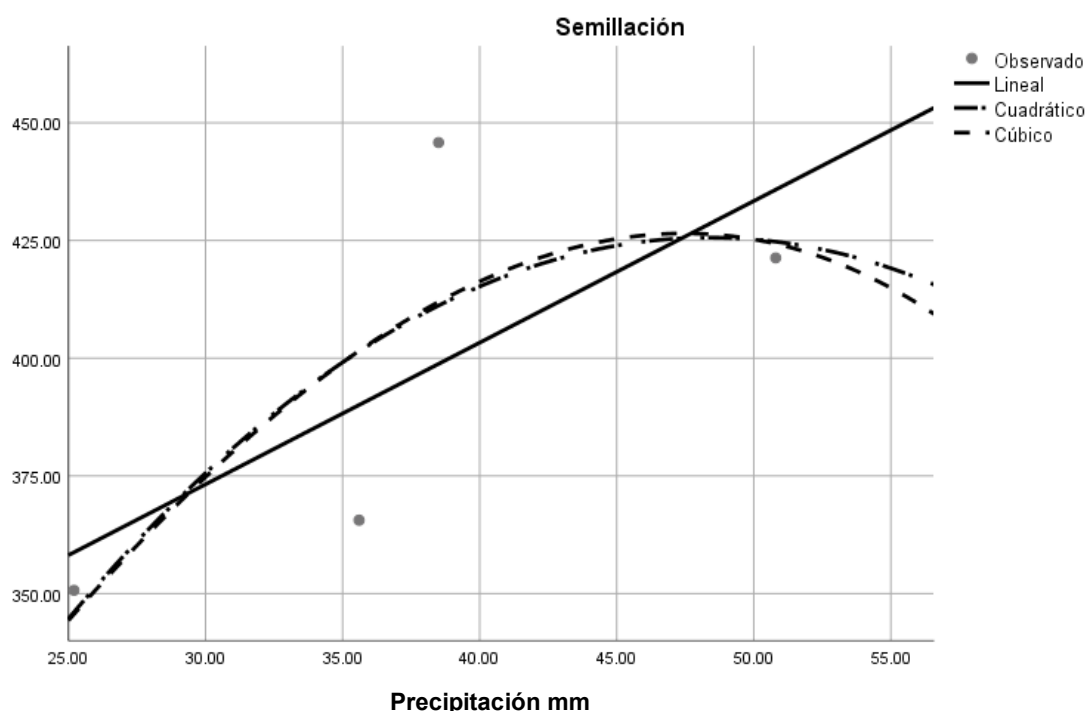


Figura 28: Gráfica de correlación entre precipitación y semillación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

4.3.2.2.2. *Pumamaqui macho – Oreopanax ecuadorensis.*

Los valores de correlación para el Pumamaqui (Cuadro 76), determinan el grado de relación existente entre las variables dependientes (Fases fenológicas: Foliación, Floración, Fructificación y Semillación) con las variables independientes (Factores meteorológicos: Temperatura, Precipitación y Heliofanía); en los tres pisos altitudinales estudiados.

Cuadro 76: Valores de correlación entre variables dependientes e independientes para el Pumamaqui

		Foliación	Floración	Fructificación	Semillación
Piso 1	Temperatura	-0.271	-0.229	-0.500	0.237
	Precipitación	0.522	0.016	0.239	0.412
	Heliofanía	-0.564	-0.268	-0.951	-0.296
Piso 2	Temperatura	-0.486	0.793	-0.478	-0.709
	Precipitación	0.086	-0.165	-0.861	-0.395
	Heliofanía	-0.292	-0.187	0.289	0.767
Piso 3	Temperatura	-0.605	0.692	-0.449	0.564
	Precipitación	0.747	-0.430	-0.836	-0.652
	Heliofanía	-0.731	0.354	0.214	0.647

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Los datos marcados en rojo indican los valores más altos de correlación, ya sea positiva o negativa. Es así, que para la especie Pumamaqui, la foliación está fuertemente correlacionada negativamente con la heliofanía en el piso 3; la floración se correlaciona con la temperatura en el piso 2 y 3; la fructificación se ve correlacionada negativamente por la heliofanía del piso 1 y la precipitación en el piso 2 y 3; además la semillación se correlaciona con la heliofanía en el piso 2.

- **Gráfica y modelo de correlación para la foliación y precipitación del piso 3.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico precipitación y la fase fenológica foliación del piso 3, para la especie forestal Pumamaqui (Cuadro 77); con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 77: Modelo de correlación entre precipitación y foliación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Foliación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.558	8.847	1	7	.021	4.034	.034		
Cuadrático	.720	7.732	2	6	.022	6.040	-.059	.001	
Cúbico	.871	11.275	3	5	.012	8.908	-.270	.004	-1.489E-5

La variable independiente es Precipitación.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

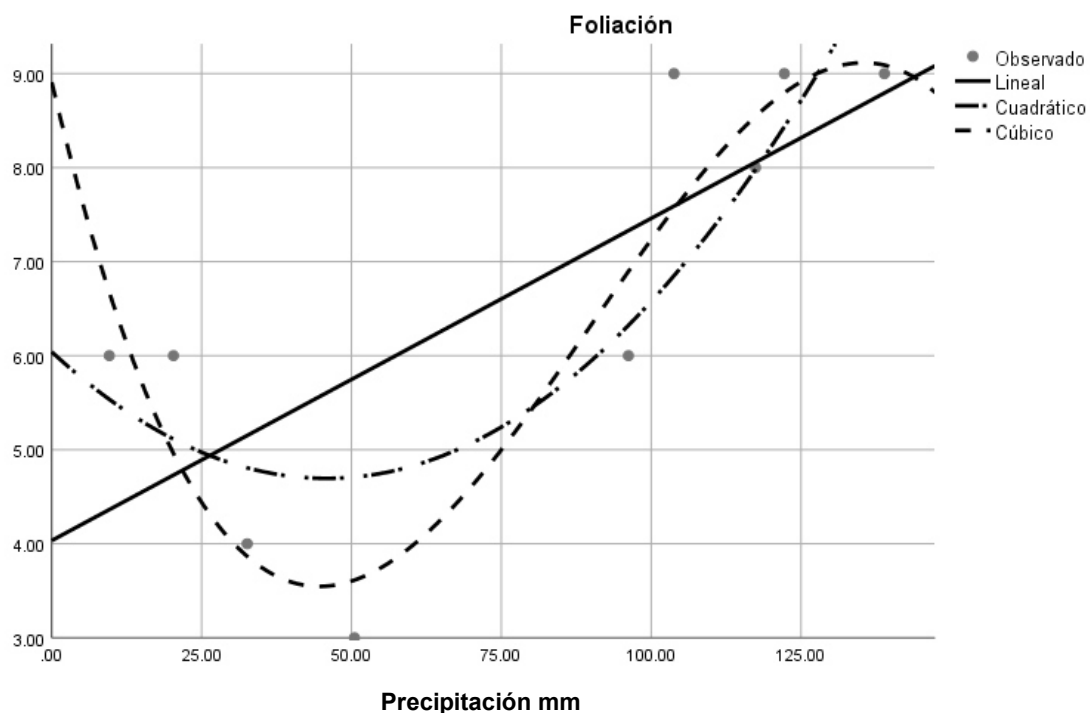


Figura 29: Gráfica de correlación entre precipitación y foliación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la foliación y heliofanía del piso 3.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico heliofanía y la fase fenológica foliación del piso 3, para la especie forestal Pumamaqui (Cuadro 78); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 78: Modelo de correlación entre heliofanía y foliación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Foliación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.534	8.021	1	7	.025	13.520	-.052		
Cuadrático	.537	3.483	2	6	.099	15.558	-.085	.000	
Cúbico	.541	3.542	2	6	.096	15.681	-.079	.000	5.336E-7

La variable independiente es Heliofanía.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

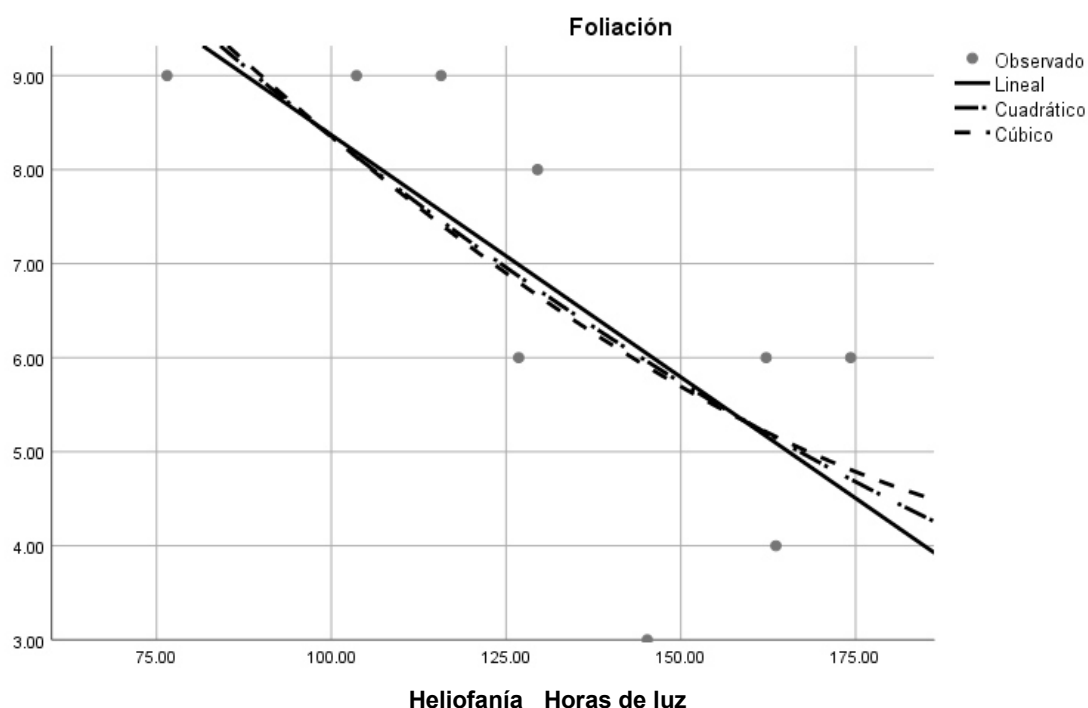


Figura 30: Gráfica de correlación entre heliofanía y foliación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la floración y temperatura del piso 2.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico temperatura y la fase fenológica floración del piso 2, para la especie forestal Pumamaqui (Cuadro 79); con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 79: Modelo de correlación entre temperatura y floración

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

/variable dependiente: **Floración**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.628	6.761	1	4	.060	-218.647	32.549		
Cuadrático	.739	4.250	2	3	.133	-2555.683	598.374	-34.146	
Cúbico	.742	4.307	2	3	.131	-1810.309	321.750	.000	-1.402

La variable independiente es Temperatura.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

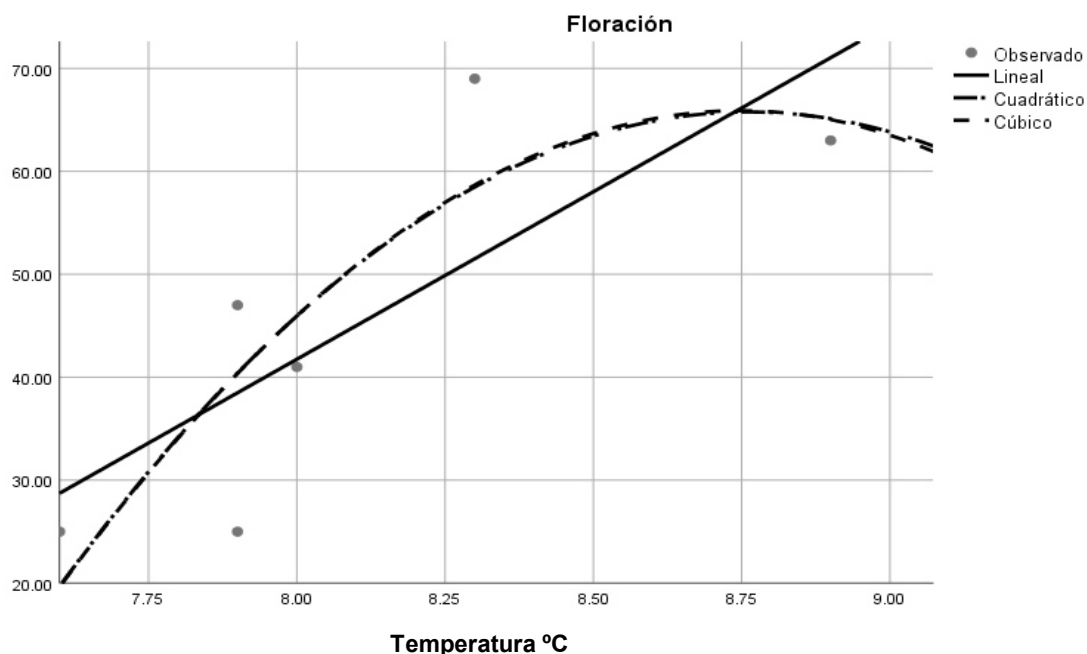


Figura 31: Gráfica de correlación entre temperatura y floración

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la floración y temperatura del piso 3.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico temperatura y la fase fenológica floración del piso 3, para la especie forestal Pumamaqui (Cuadro 80); con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 80: Modelo de correlación entre temperatura y floración

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Floración**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.479	2.757	1	3	.195	-140.558	19.725		
Cuadrático	.480	.924	2	2	.520	-314.911	53.074	-1.589	
Cúbico	.480	.924	2	2	.520	-314.911	53.074	-1.589	.000

La variable independiente es Temperatura.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

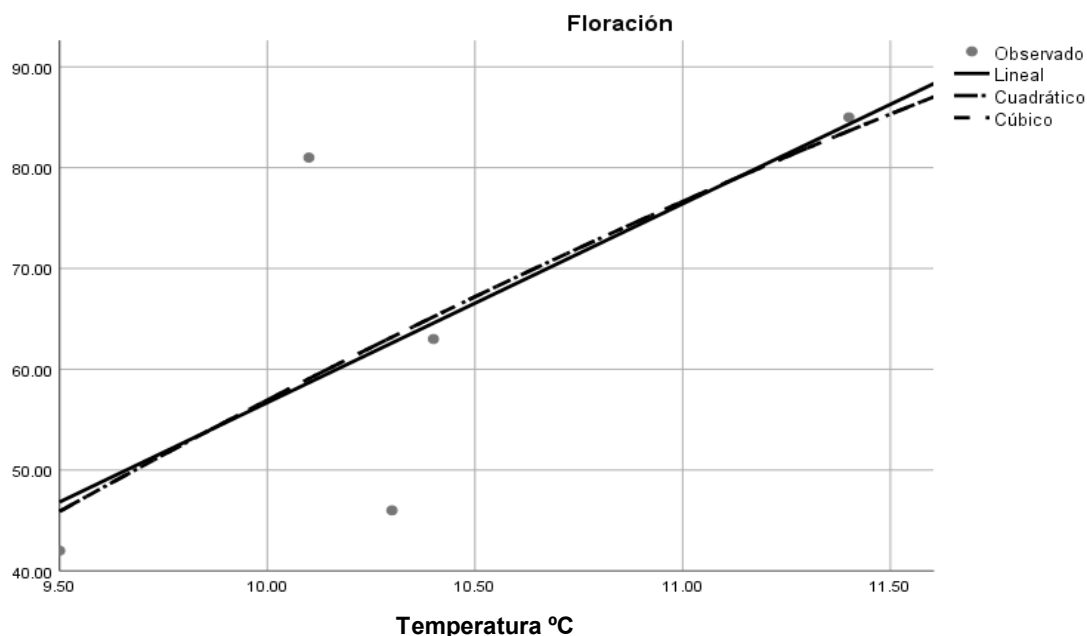


Figura 32: Gráfica de correlación entre temperatura y floración

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, los modelos de ajuste de curvas cuadrático y cúbico no tienen una gran diferencia entre sí, por lo que se podría usar cualquiera de ellos para determinar la tendencia de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la fructificación y heliofanía del piso 1.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico heliofanía y la fase fenológica fructificación del piso 1, para la especie forestal Pumamaqui (Cuadro 81); con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 81: Modelo de correlación entre heliofanía y fructificación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Fructificación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.904	37.570	1	4	.004	76.612	-.409		
Cuadrático	.904	14.104	2	3	.030	70.052	-.314	.000	
Cúbico	.904	14.104	2	3	.030	70.052	-.314	.000	.000

La variable independiente es Heliofanía.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

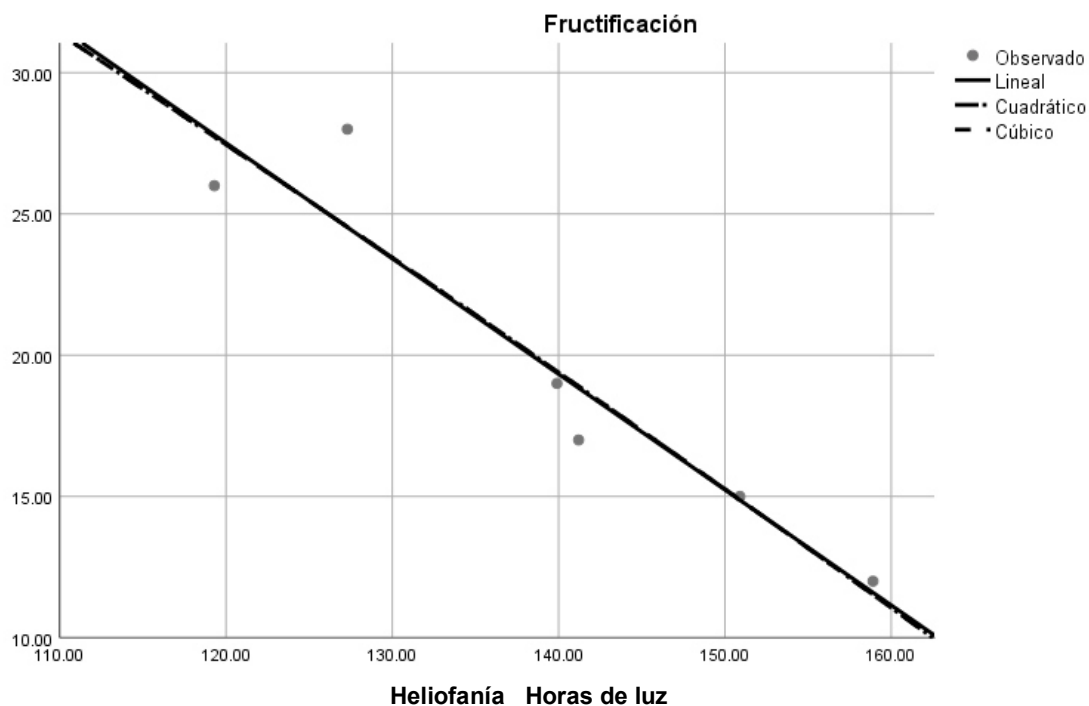


Figura 33: Gráfica de correlación entre heliofanía y fructificación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Según la tabla y gráfico anteriores, los modelos de ajuste de curvas lineal, cuadrático y cúbico no tienen una gran diferencia entre sí, por lo que se podría usar cualquiera de ellos para determinar la tendencia de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la fructificación y precipitación del piso 2.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico precipitación y la fase fenológica fructificación del piso 2, para

la especie forestal Pumamaqui (Cuadro 82); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 82: Modelo de correlación entre precipitación y fructificación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

/variable dependiente: **Fructificación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.740	11.413	1	4	.028	57.971	-.672		
Cuadrático	.755	4.626	2	3	.121	61.972	-1.063	.005	
Cúbico	.987	49.908	3	2	.020	24.952	4.902	-.178	.001

La variable independiente es Precipitación.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

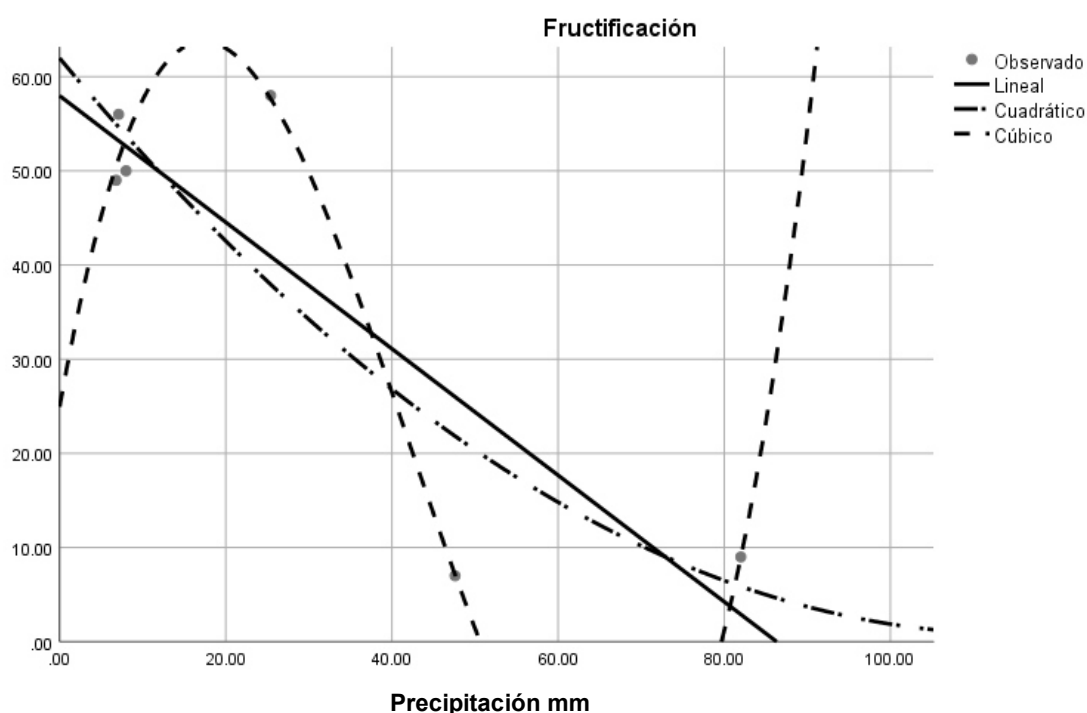


Figura 34: Gráfica de correlación entre precipitación y fructificación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la fructificación y precipitación del piso 3.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico precipitación y la fase fenológica fructificación del piso 3, para la especie forestal Pumamaqui (Cuadro 83); con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 83: Modelo de correlación entre precipitación y fructificación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Fructificación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.698	9.258	1	4	.038	67.649	-.748		
Cuadrático	.770	5.016	2	3	.110	75.467	-1.708	.012	
Cúbico	.994	118.833	3	2	.008	45.693	5.448	-.269	.003

La variable independiente es Precipitación.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

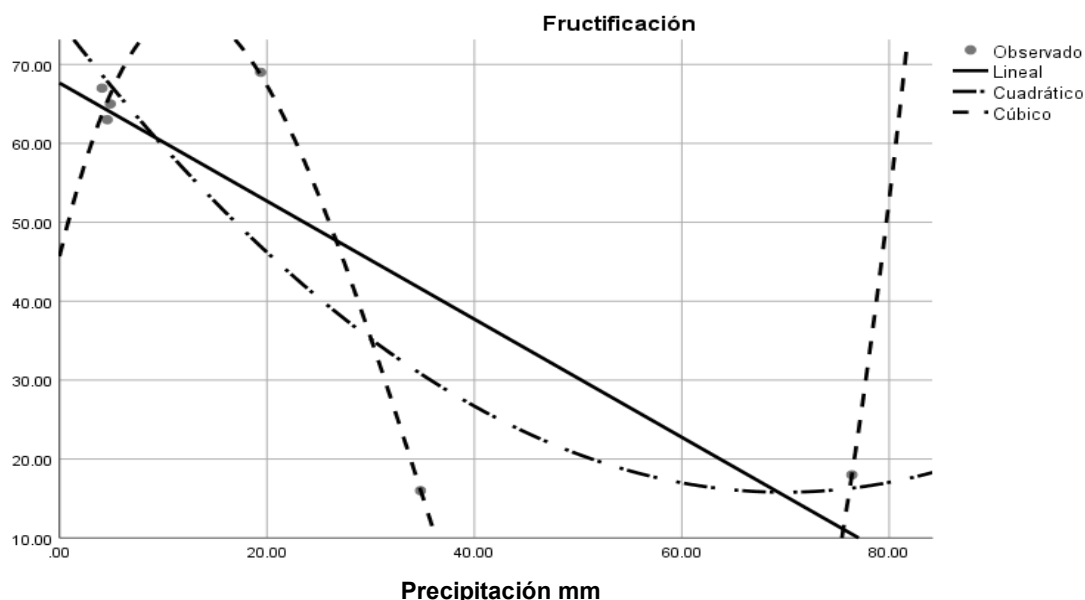


Figura 35: Gráfica de correlación entre precipitación y fructificación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la semillación y temperatura del piso 2.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico temperatura y la fase fenológica semillación del piso 2, para la especie forestal Pumamaqui (Cuadro 84); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 84: Modelo de correlación entre temperatura y semillación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Semillación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.502	2.020	1	2	.291	1758.366	-175.152		
Cuadrático	.630	.850	2	1	.609	-12064.504	3643.129	-262.835	
Cúbico	.637	.879	2	1	.602	-3454.267	.000	249.864	-23.996

La variable independiente es Temperatura.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

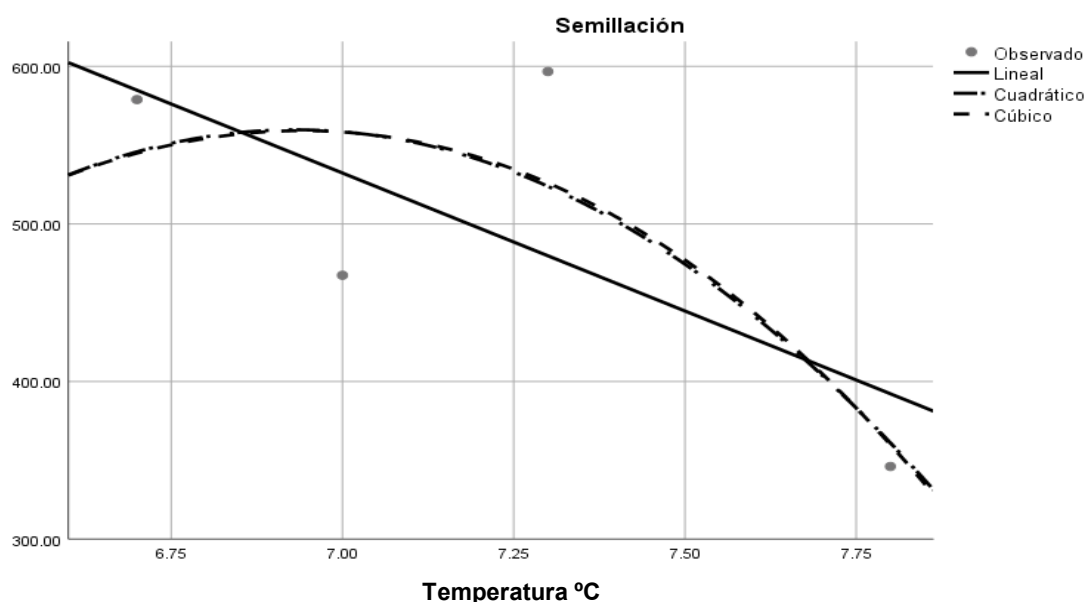


Figura 36: Gráfica de correlación entre temperatura y semillación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la semillación y heliofanía del piso 2.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico heliofanía y la fase fenológica semillación del piso 2, para la especie forestal Pumamaqui (Cuadro 85); con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 85: Modelo de correlación entre heliofanía y semillación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Semillación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.589	2.861	1	2	.233	-323.999	4.429		
Cuadrático	.785	1.822	2	1	.464	-5800.205	63.007	-.155	
Cúbico	.785	1.822	2	1	.464	-5800.205	63.007	-.155	.000

La variable independiente es Heliofanía.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

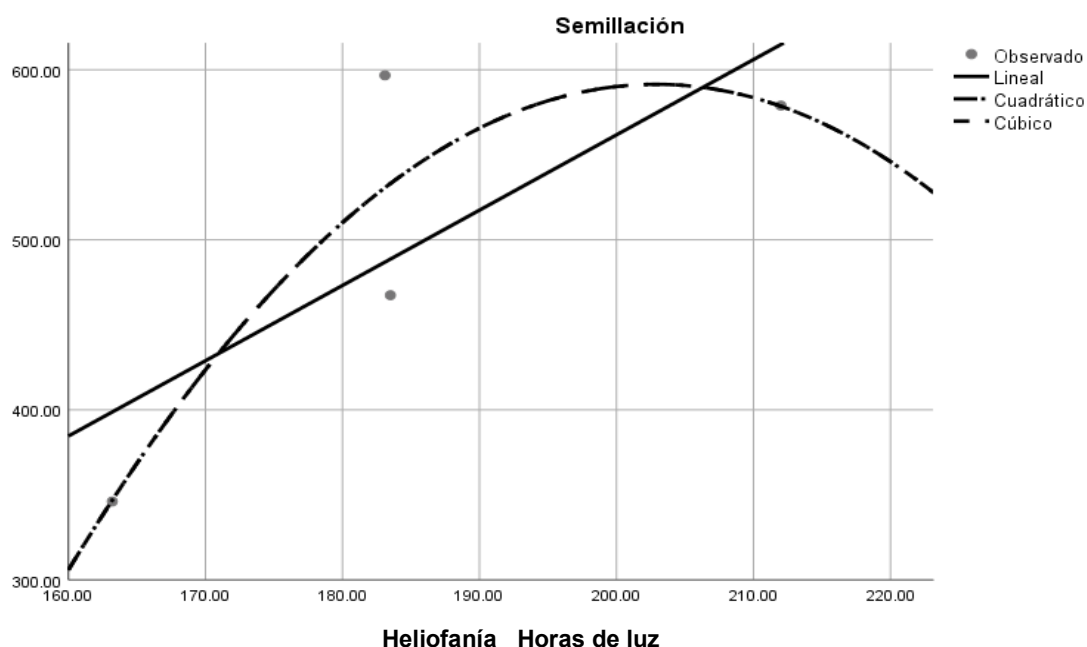


Figura 37: Gráfica de correlación entre heliofanía y semillación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, los modelos de ajuste de curvas cuadrático y cúbico no tienen una gran diferencia entre sí, por lo que se podría usar cualquiera de ellos para determinar la tendencia de los datos experimentales.

4.3.2.2.3. Quinual, Quinar o Yagual - *Polylepis reticulata*.

Los valores de correlación para el Quinual o Yagual (Cuadro 86), determinan el grado de relación existente entre las variables dependientes (Fases fenológicas: Foliación, Floración, Fructificación y Semillación) con las variables independientes (Factores meteorológicos: Temperatura, Precipitación y Heliofanía); en los tres pisos altitudinales estudiados.

Cuadro 86: Valores de correlación entre variables dependientes e independientes para el Quinual

		Foliación	Floración	Fructificación	Semillación
Piso 1	Temperatura	-0.147	0.467	-0.707	-0.248
	Precipitación	-0.489	-0.521	0.851	0.336
	Heliofanía	0.156	0.088	0.66	0.386
Piso 2	Temperatura	0.183	0.807	-0.526	-0.309
	Precipitación	-0.585	-0.290	0.772	-0.082
	Heliofanía	0.134	-0.100	0.778	0.544
Piso 3	Temperatura	0.131	0.841	-0.312	0.366
	Precipitación	-0.403	-0.320	0.790	-0.411
	Heliofanía	0.064	-0.267	0.905	0.807

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Los datos marcados en rojo indican los valores más altos de correlación, ya sea positiva o negativa. Es así que, en el Quinual o Yagual, la foliación está correlacionada negativamente con la precipitación en el piso 2; la floración se correlaciona con la temperatura en el piso 2 y 3; se observa que la fructificación se ve influenciada por casi todas las variables climatológicas en los 3 pisos; en tanto que la semillación se correlaciona con la heliofanía en el piso 3.

- **Gráfica y modelo de correlación para la floración y temperatura del piso 2.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico temperatura y la fase fenológica floración del piso 2, para la especie forestal Quinual (Cuadro 87); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 87: Modelo de correlación entre temperatura y floración

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Floración**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.652	7.478	1	4	.052	-140.873	24.902		
Cuadrático	.735	4.163	2	3	.136	-1665.658	394.071	-22.279	
Cúbico	.738	4.223	2	3	.134	-1184.460	214.519	.000	-.919

La variable independiente es Temperatura.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

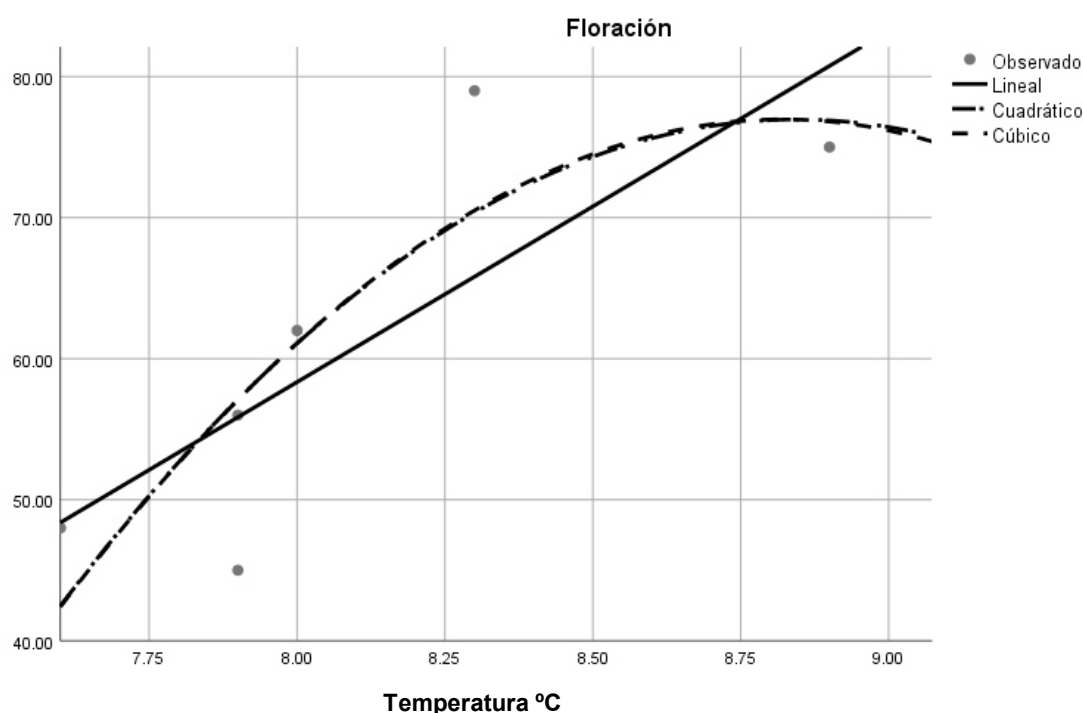


Figura 38: Gráfica de correlación entre temperatura y floración

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la floración y temperatura del piso 3.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico temperatura y la fase fenológica floración del piso 3, para la especie forestal Quinual (Cuadro 88); con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 88: Modelo de correlación entre temperatura y floración

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Floración**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.708	9.699	1	4	.036	-112.901	14.251		
Cuadrático	.741	4.285	2	3	.132	-576.943	103.073	-4.237	
Cúbico	.741	4.292	2	3	.132	-426.162	59.232	.000	-.136

La variable independiente es Temperatura.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

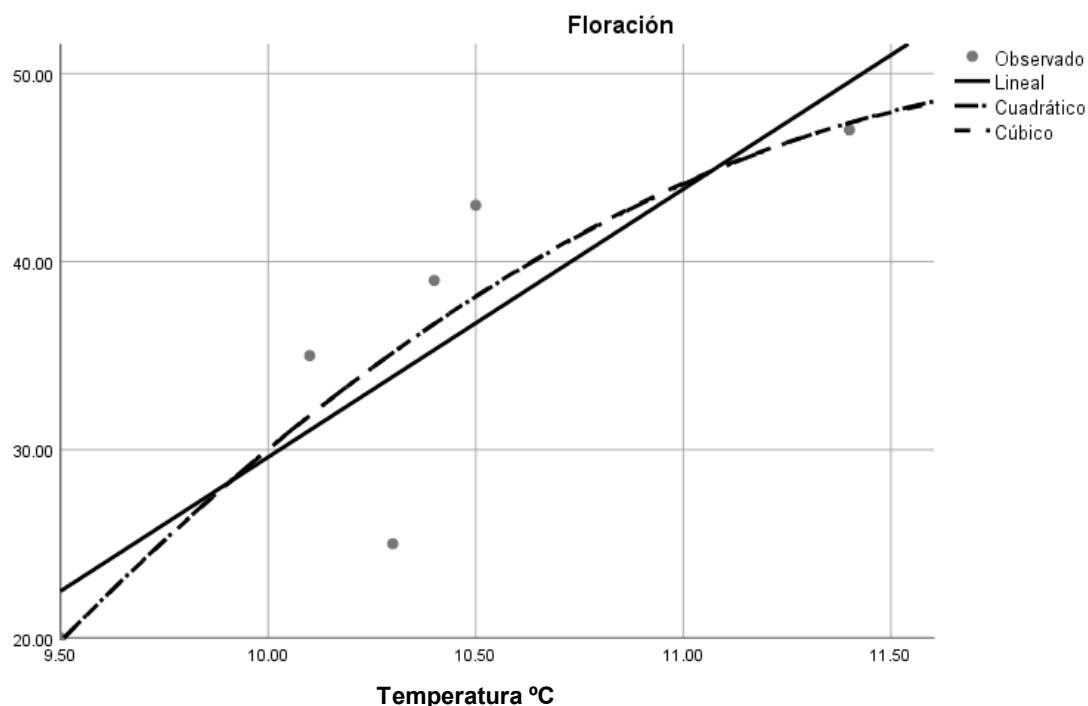


Figura 39: Gráfica de correlación entre temperatura y floración

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, los modelos de ajuste de curvas cuadrático y cúbico no tienen una gran diferencia entre sí, por lo que se podría usar cualquiera de ellos para determinar la tendencia de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la fructificación y temperatura del piso 1.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico temperatura y la fase fenológica fructificación del piso 1, para la especie forestal Quinual (Cuadro 89); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 89: Modelo de correlación entre temperatura y fructificación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Fructificación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.499	5.985	1	6	.050	111.335	-15.329		
Cuadrático	.503	2.528	2	5	.174	152.556	-30.582	1.346	
Cúbico	.503	2.530	2	5	.174	140.561	-23.527	.000	.083

La variable independiente es Temperatura.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

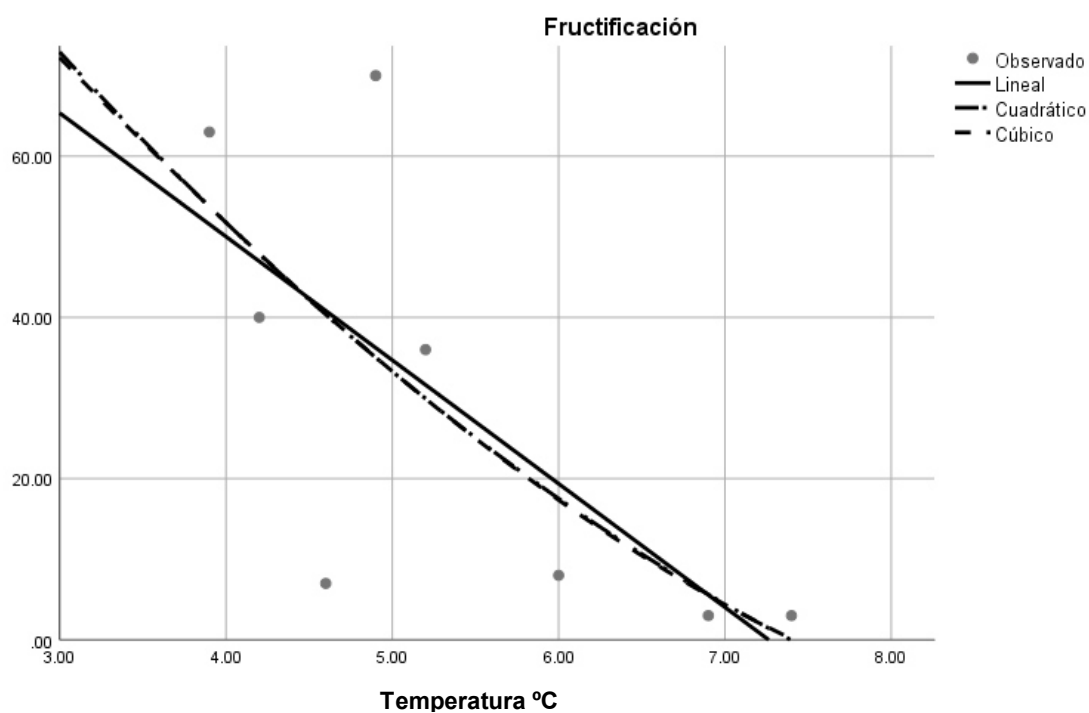


Figura 40: Gráfica de correlación entre temperatura y fructificación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, los modelos de ajuste de curvas cuadrático y cúbico no tienen una gran diferencia entre sí, por lo que se podría usar cualquiera de ellos para determinar la tendencia de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la fructificación y precipitación del piso 1.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico precipitación y la fase fenológica fructificación del piso 1, para la especie forestal Quinual (Cuadro 90); con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 90: Modelo de correlación entre precipitación y fructificación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Fructificación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.724	15.745	1	6	.007	-6.904	1.168		
Cuadrático	.732	6.818	2	5	.037	-.273	.582	.009	
Cúbico	.741	3.823	3	4	.114	-20.232	3.163	-.074	.001

La variable independiente es Precipitación.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

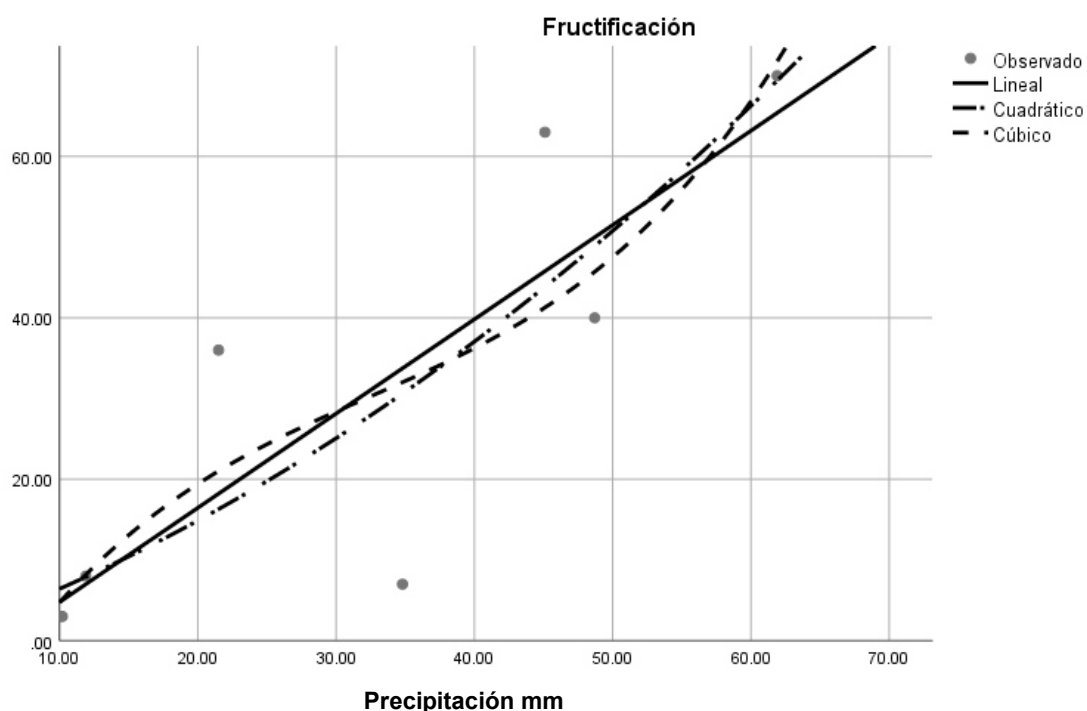


Figura 41: Gráfica de correlación entre precipitación y fructificación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la fructificación y precipitación del piso 2.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico precipitación y la fase fenológica fructificación del piso 2, para

la especie forestal Quinual (Cuadro 91); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 91: Modelo de correlación entre precipitación y fructificación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

/variable dependiente: **Fructificación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.596	11.790	1	8	.009	2.014	1.091		
Cuadrático	.631	5.974	2	7	.031	-8.552	2.189	-.018	
Cúbico	.631	3.417	3	6	.093	-6.594	1.865	-.006	.000

La variable independiente es Precipitación.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

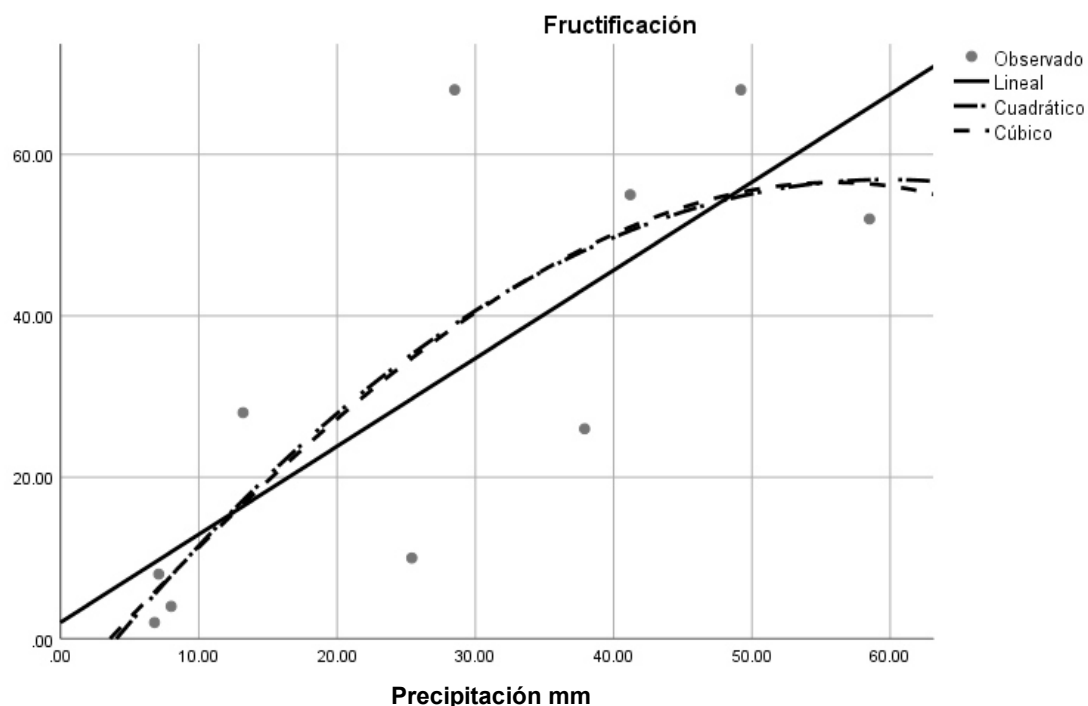


Figura 42: Gráfica de correlación entre precipitación y fructificación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, los modelos de ajuste de curvas cuadrático y cúbico no tienen una gran diferencia entre sí, por lo que se podría usar cualquiera de ellos para determinar la tendencia de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la fructificación y heliofanía del piso 2.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico heliofanía y la fase fenológica fructificación del piso 2, para la especie forestal Quinual (Cuadro 92); con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 92: Modelo de correlación entre heliofanía y fructificación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

/variable dependiente: **Fructificación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.606	12.306	1	8	.008	-100.993	.800		
Cuadrático	.615	5.599	2	7	.035	15.708	-.598	.004	
Cúbico	.615	5.599	2	7	.035	15.708	-.598	.004	.000

La variable independiente es Heliofanía.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

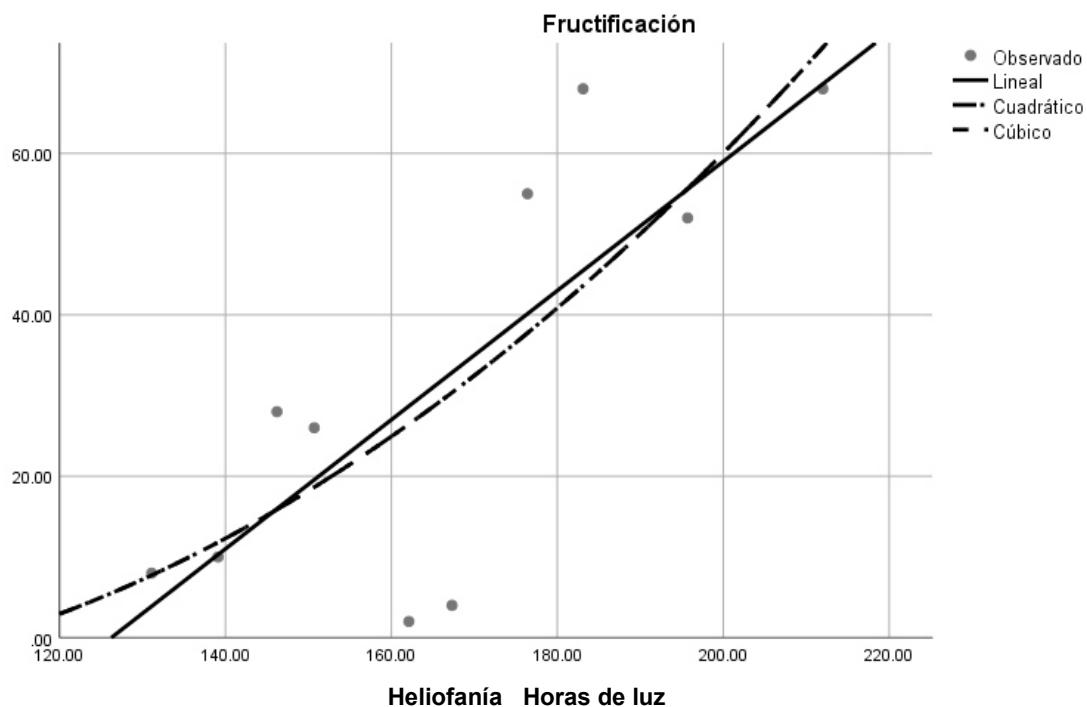


Figura 43: Gráfica de correlación entre heliofanía y fructificación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, los modelos de ajuste de curvas cuadrático y cúbico no tienen una gran diferencia entre sí, por lo que se podría usar cualquiera de ellos para determinar la tendencia de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la fructificación y precipitación del piso 3.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico precipitación y la fase fenológica fructificación del piso 3, para la especie forestal Quinual (Cuadro 93); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 93: Modelo de correlación entre precipitación y fructificación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Fructificación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.624	6.635	1	4	.062	6.390	.482		
Cuadrático	.636	2.616	2	3	.220	8.650	.218	.005	
Cúbico	.654	1.259	3	2	.471	13.397	-.766	.049	-.001

La variable independiente es Precipitación.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

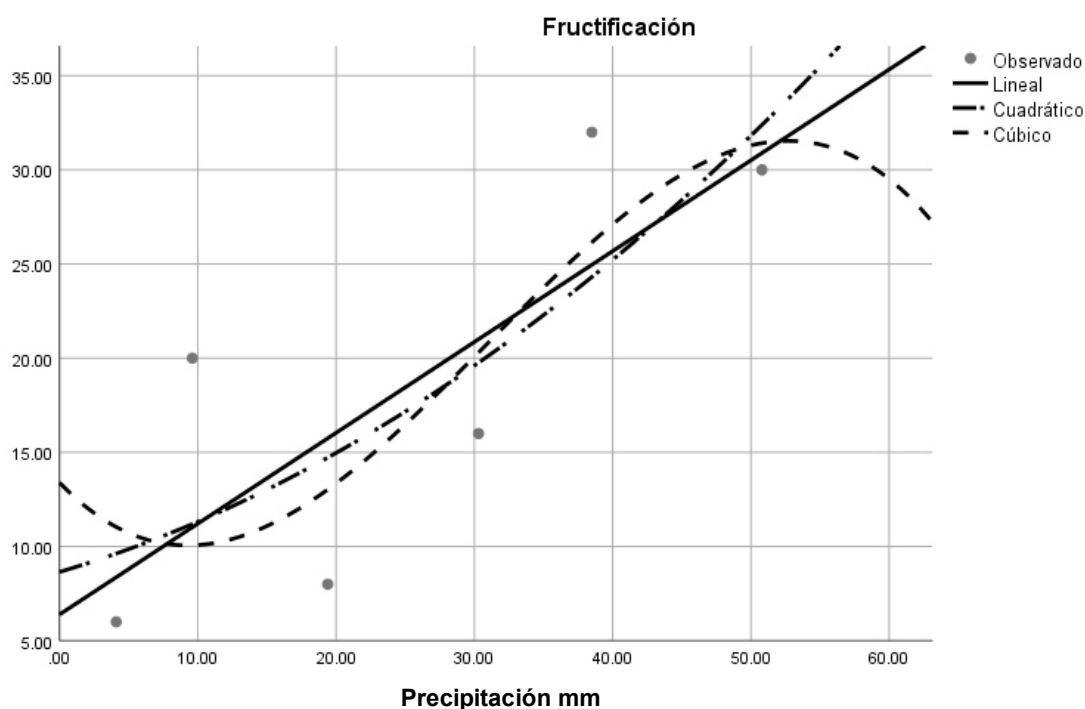


Figura 44: Gráfica de correlación entre precipitación y fructificación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la fructificación y heliofanía del piso 3.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico heliofanía y la fase fenológica fructificación del piso 3, para la especie forestal Quinual (Cuadro 94); con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 94: Modelo de correlación entre heliofanía y fructificación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Fructificación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.819	18.066	1	4	.013	-44.487	.384		
Cuadrático	.981	77.499	2	3	.003	-321.216	3.636	-.009	
Cúbico	.984	90.088	2	3	.002	-232.433	2.049	.000	-1.819E-5

La variable independiente es Heliofanía.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

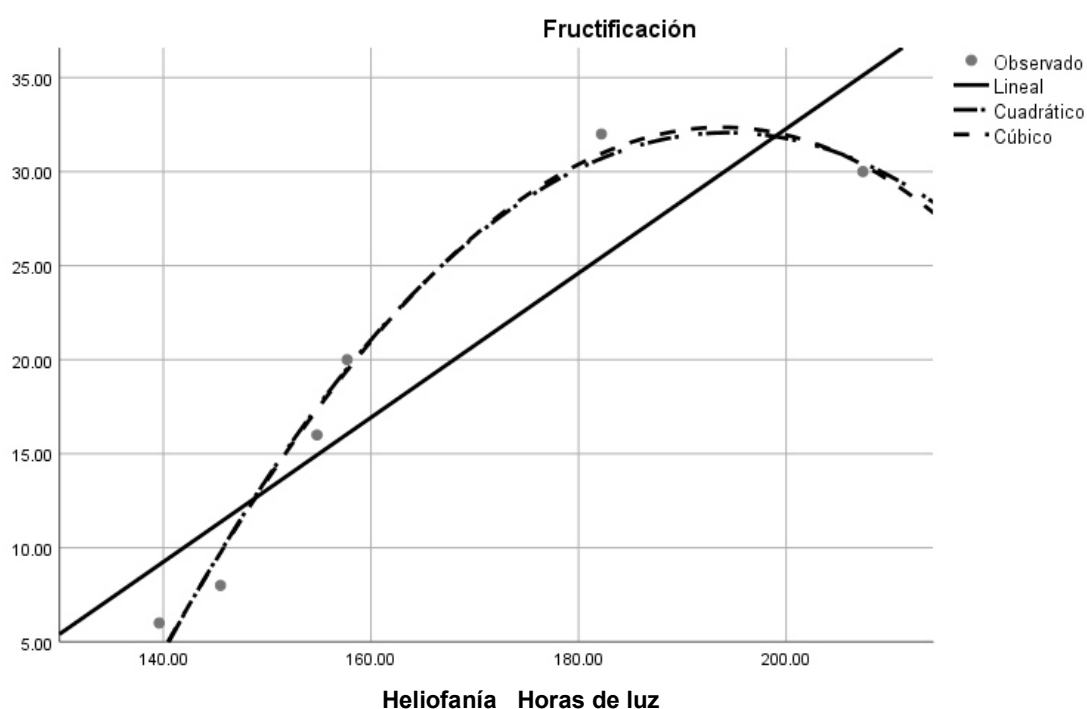


Figura 45: Gráfica de correlación entre heliofanía y fructificación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

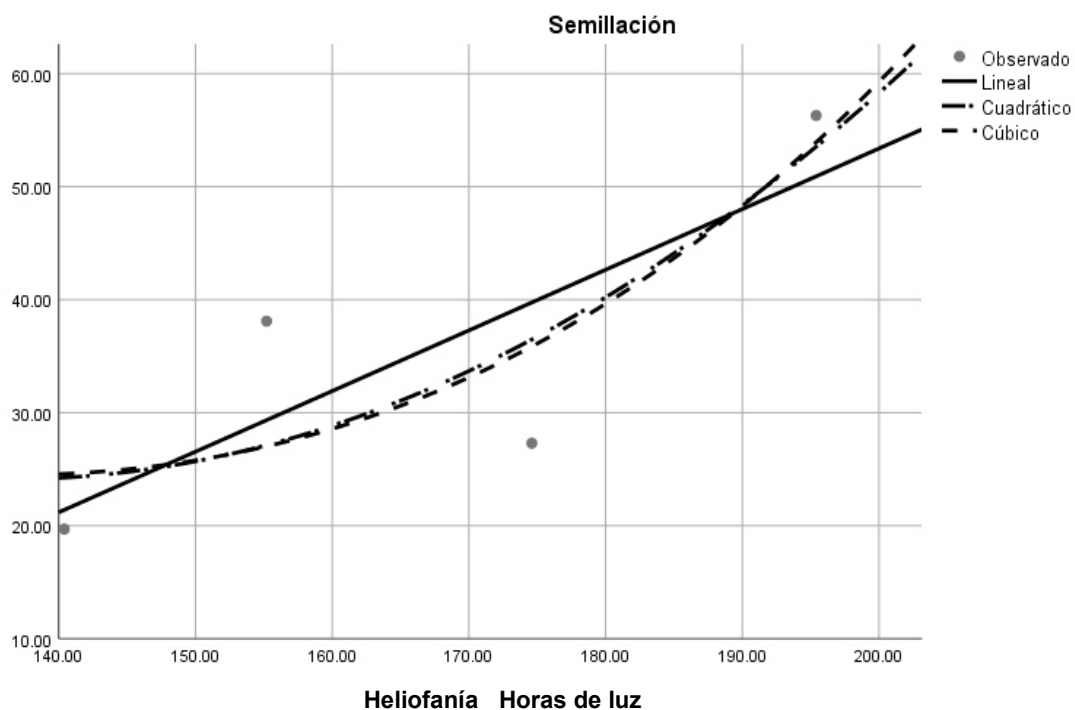
- **Gráfica y modelo de correlación para la semillación y heliofanía del piso 3.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico heliofanía y la fase fenológica semillación del piso 3, para la especie forestal Quinual (Cuadro 95); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 95: Modelo de correlación entre heliofanía y semillación**Resumen de modelo y estimaciones de parámetro**Variable dependiente: **Semillación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.651	3.736	1	2	.193	-53.962	.537		
Cuadrático	.692	1.123	2	1	.555	180.389	-2.294	.008	
Cúbico	.702	1.177	2	1	.546	65.033	.000	-.007	3.202E-5

La variable independiente es Heliofanía.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.**Figura 46: Gráfica con correlación entre heliofanía y semillación***Fuente.* Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

4.3.2.2.4. Quishuar – *Buddleja incana*.

Los valores de correlación para el Quishuar (Cuadro 96), determinan el grado de relación existente entre las variables dependientes (Fases fenológicas: Foliación, Floración, Fructificación y Semillación) con las variables independientes (Factores meteorológicos: Temperatura, Precipitación y Heliofanía); en los tres pisos altitudinales estudiados.

Cuadro 96: Valores de correlación entre variables dependientes e independientes para el Quishuar

		Foliación	Floración	Fructificación	Semillación
Piso 1	Temperatura	-0.086	0.85	-0.578	0.233
	Precipitación	-0.298	-0.76	0.765	0.558
	Heliofanía	-0.244	0.315	0.745	-0.335
Piso 2	Temperatura	0.493	0.910	-0.797	-0.545
	Precipitación	-0.024	-0.694	0.148	0.423
	Heliofanía	-0.312	0.198	0.649	0.333
Piso 3	Temperatura	0.603	0.863	-0.779	0.943
	Precipitación	0.437	-0.621	0.102	0.275
	Heliofanía	-0.622	0.111	0.497	0.173

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Los datos marcados en rojo, indican los valores más altos de correlación, ya sea positiva o negativa. Es así, que para la especie Quishuar,

la foliación está fuertemente correlacionada negativamente con la heliofanía en el piso 3; la floración se correlaciona con la temperatura en todos los pisos; la fructificación se ve correlacionada negativamente con la temperatura en todos los pisos y es influenciada por la precipitación y heliofanía del piso 1; además la semillación se correlaciona con la temperatura en el piso 3.

- **Gráfica y modelo de correlación para la floración y temperatura del piso 1.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico temperatura y la fase fenológica floración del piso 1, para la especie forestal Quishuar (Cuadro 97); con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 97: Modelo de correlación entre temperatura y floración

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Floración**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.722	15.590	1	6	.008	-322.807	52.325		
Cuadrático	.733	6.877	2	5	.037	420.622	-169.390	16.466	
Cúbico	.733	6.855	2	5	.037	158.518	-55.414	.000	.790

La variable independiente es Temperatura.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

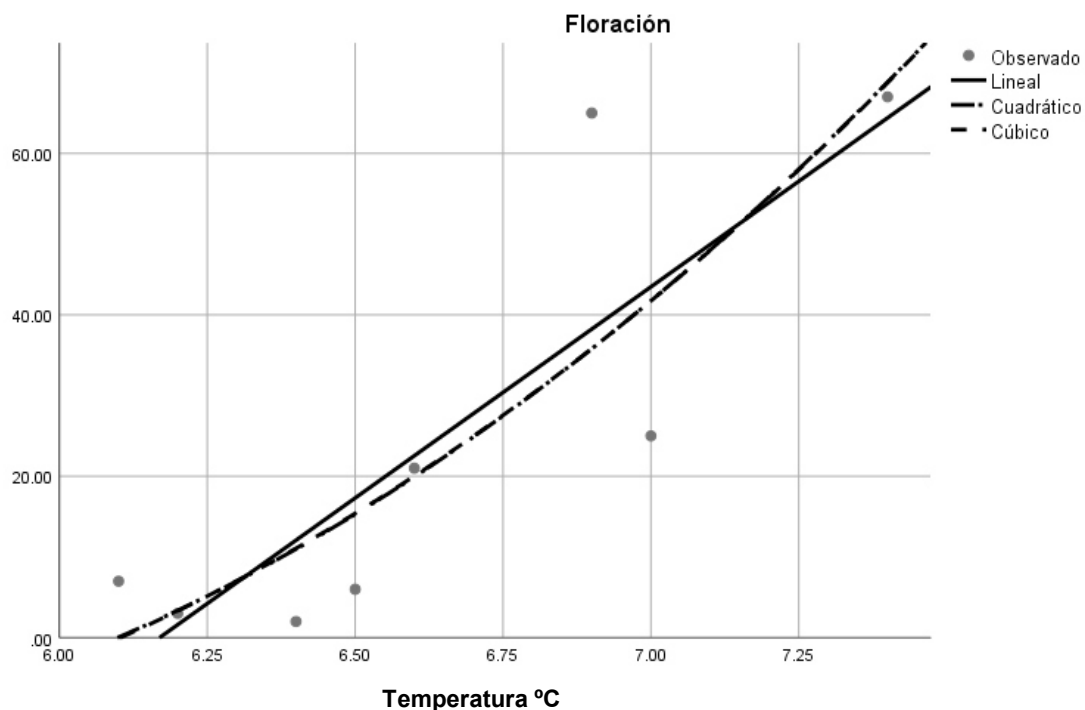


Figura 47: Gráfica de correlación entre temperatura y floración

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, los modelos de ajuste de curvas cuadrático y cúbico no tienen una gran diferencia entre sí, por lo que se podría usar cualquiera de ellos para determinar la tendencia de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la floración y temperatura del piso 2.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico temperatura y la fase fenológica floración del piso 2, para la

especie forestal Quishuar (Cuadro 98); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 98: Modelo de correlación entre temperatura y floración

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

/variable dependiente: **Floración**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.828	28.933	1	6	.002	-325.096	43.997		
Cuadrático	.849	14.094	2	5	.009	-1701.541	373.929	-19.694	
Cúbico	.850	14.172	2	5	.009	-1265.373	213.202	.000	-.802

La variable independiente es Temperatura.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

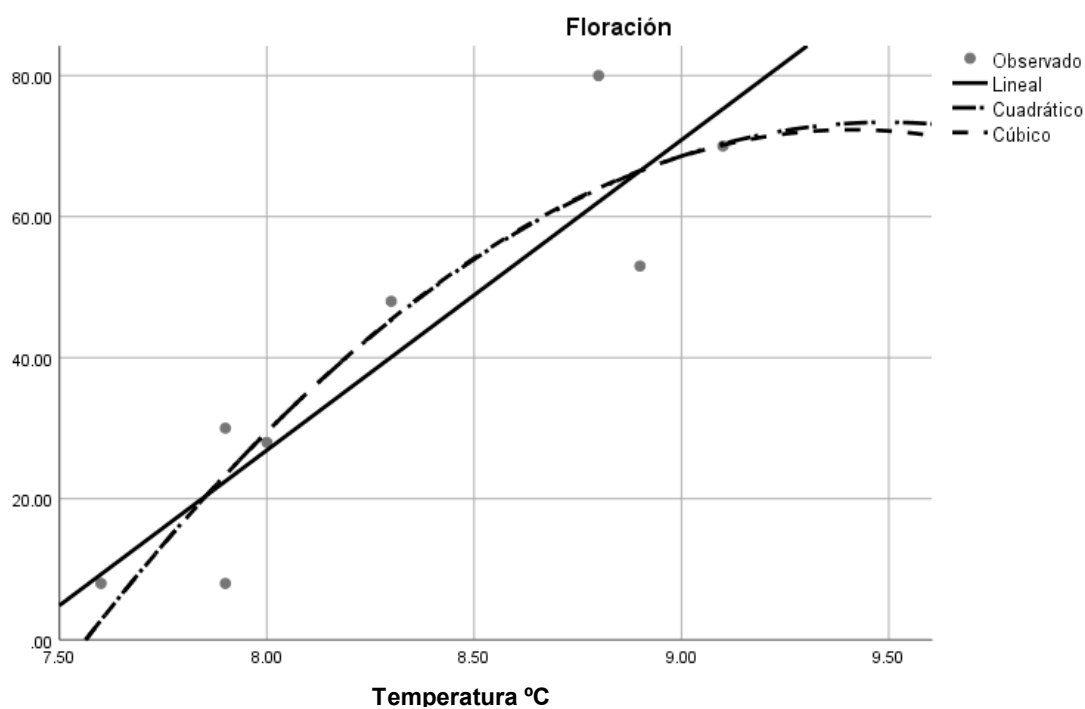


Figura 48: Gráfica de correlación entre temperatura y floración

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la floración y temperatura del piso 3.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico temperatura y la fase fenológica floración del piso 3, para la especie forestal Quishuar (Cuadro 99); con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 99: Modelo de correlación entre temperatura y floración

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Floración**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.744	17.458	1	6	.006	-433.343	45.990		
Cuadrático	.745	7.300	2	5	.033	-692.638	95.453	-2.351	
Cúbico	.745	7.307	2	5	.033	-629.812	74.115	.000	-.085

La variable independiente es Temperatura.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

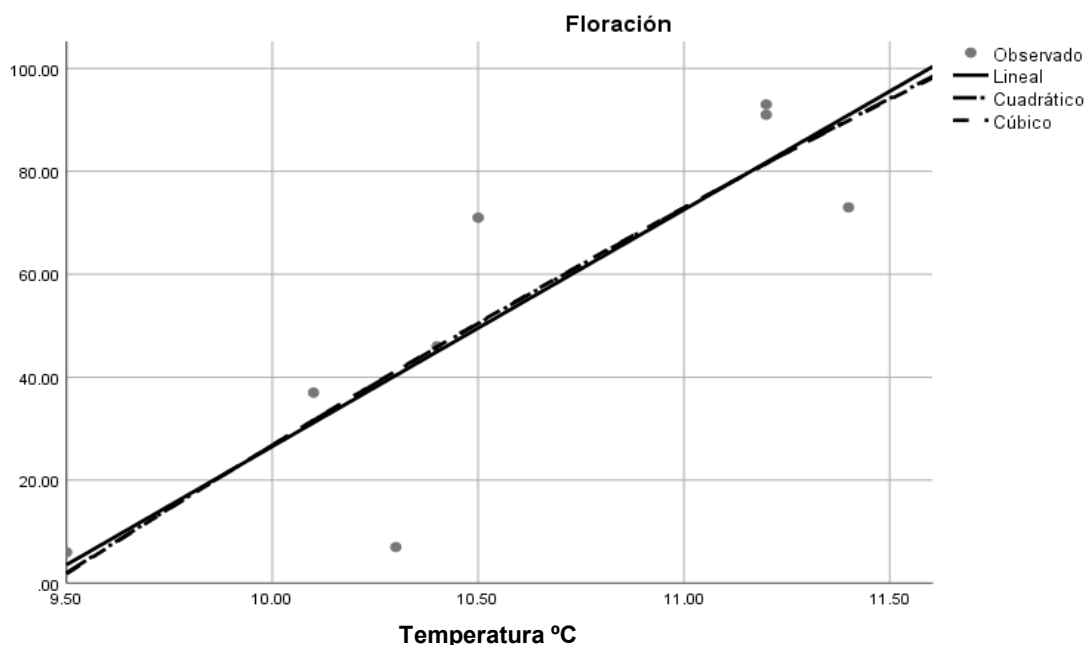


Figura 49: Gráfica de correlación entre temperatura y floración

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, los modelos de ajuste de curvas cuadrático y cúbico no tienen una gran diferencia entre sí, por lo que se podría usar cualquiera de ellos para determinar la tendencia de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la fructificación y precipitación del piso 1.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico precipitación y la fase fenológica fructificación del piso 1, para la especie forestal Quishuar (Cuadro 100); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 100: Modelo de correlación entre temperatura y fructificación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Fructificación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.585	8.447	1	6	.027	-6.295	.751		
Cuadrático	.620	4.075	2	5	.089	3.883	-.149	.013	
Cúbico	.622	2.194	3	4	.231	-2.954	.735	-.015	.000

La variable independiente es Precipitación.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

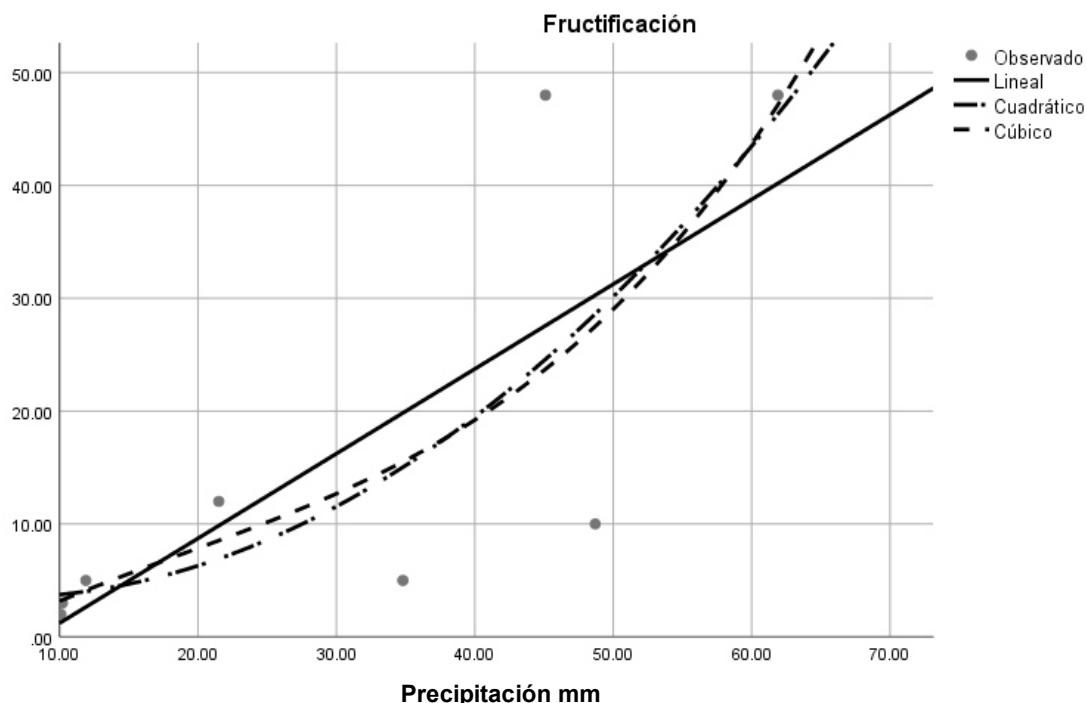


Figura 50: Gráfica de correlación entre precipitación y fructificación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la fructificación y heliofanía del piso 1.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico heliofanía y la fase fenológica fructificación del piso 1, para la especie forestal Quishuar (Cuadro 101); con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 101: Modelo de correlación entre heliofanía y fructificación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Fructificación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.556	7.504	1	6	.034	-83.705	.675		
Cuadrático	.648	4.606	2	5	.073	200.047	-3.118	.012	
Cúbico	.646	4.559	2	5	.075	104.100	-1.213	.000	2.672E-5

La variable independiente es Heliofanía.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

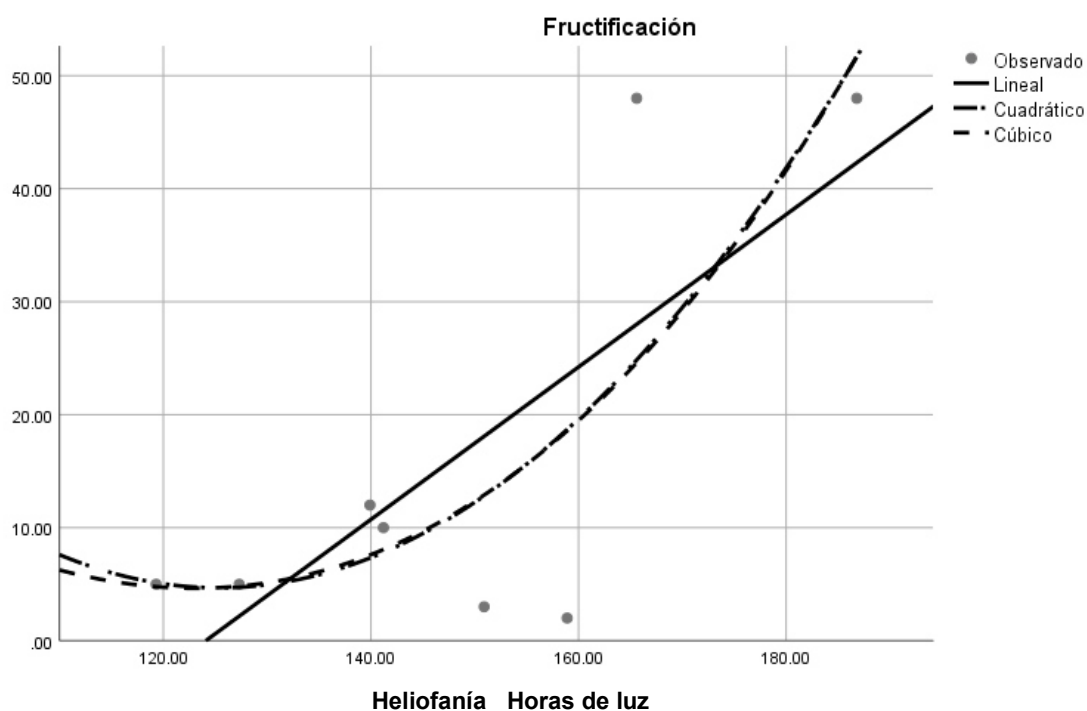


Figura 51: Gráfica de correlación entre heliofanía y fructificación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cuadrático es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la fructificación y temperatura del piso 2.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico temperatura y la fase fenológica fructificación del piso 2, para la especie forestal Quishuar (Cuadro 102); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 102: Modelo de correlación entre temperatura y fructificación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Fructificación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.635	13.944	1	8	.006	131.578	-14.164		
Cuadrático	.639	6.190	2	7	.028	185.648	-29.195	1.016	
Cúbico	.639	6.190	2	7	.028	185.648	-29.195	1.016	.000

La variable independiente es Temperatura.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

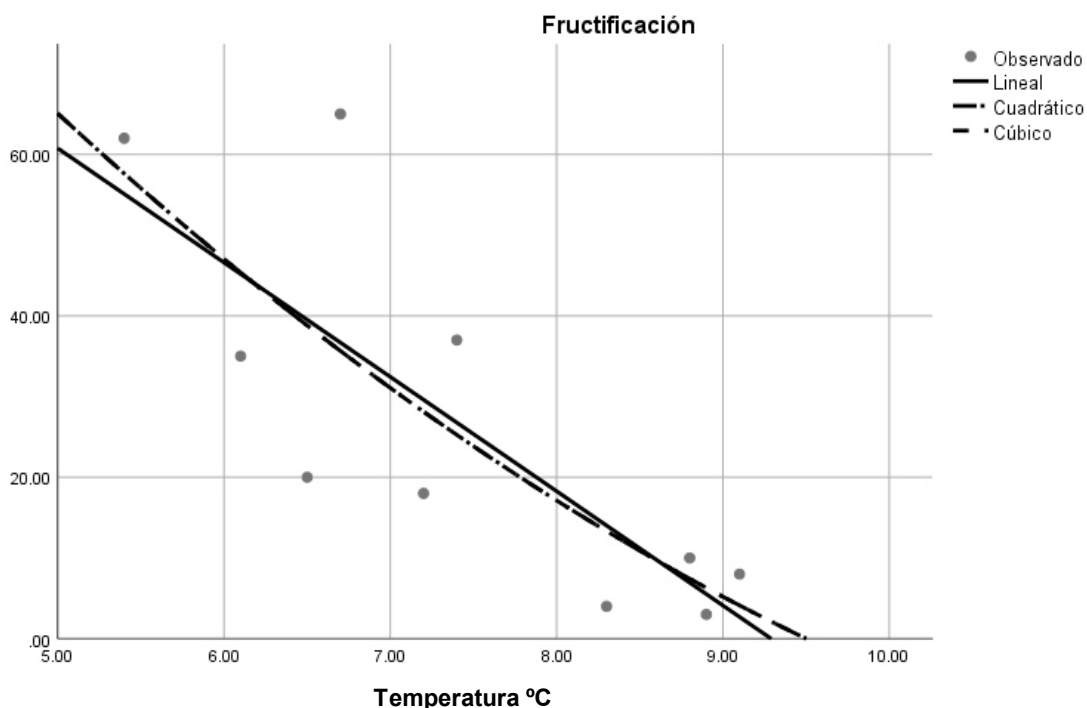


Figura 52: Gráfica de correlación entre temperatura y fructificación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, los modelos de ajuste de curvas cuadrático y cúbico no tienen una gran diferencia entre sí, por lo que se podría usar cualquiera de ellos para determinar la tendencia de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la fructificación y temperatura del piso 3.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico temperatura y la fase fenológica fructificación del piso 3, para la especie forestal Quishuar (Cuadro 103); con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 103: Modelo de correlación entre temperatura y fructificación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Fructificación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.608	12.386	1	8	.008	206.886	-17.143		
Cuadrático	.613	5.538	2	7	.036	83.111	9.131	-1.369	
Cúbico	.613	5.548	2	7	.036	118.168	-2.970	.000	-.051

La variable independiente es Temperatura.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

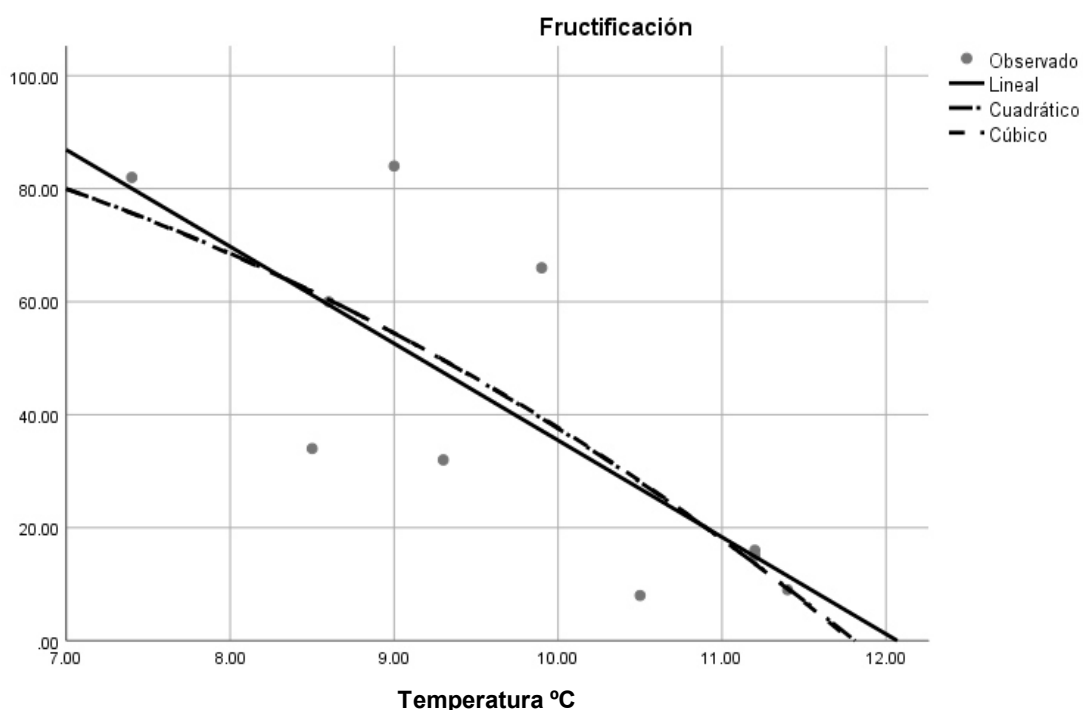


Figura 53: Gráfica de correlación entre temperatura y fructificación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Según la tabla y gráfico anteriores, los modelos de ajuste de curvas cuadrático y cúbico no tienen una gran diferencia entre sí, por lo que se podría usar cualquiera de ellos para determinar la tendencia de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la semillación y temperatura del piso 3.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico temperatura y la fase fenológica semillación del piso 3, para la

especie forestal Quishuar (Cuadro 104); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 104: Modelo de correlación entre temperatura y semillación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Semillación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.890	16.169	1	2	.057	74.357	21.547		
Cuadrático	.938	7.572	2	1	.249	-505.964	159.321	-8.047	
Cúbico	.942	8.054	2	1	.242	-330.154	93.886	.000	-.327

La variable independiente es Temperatura.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

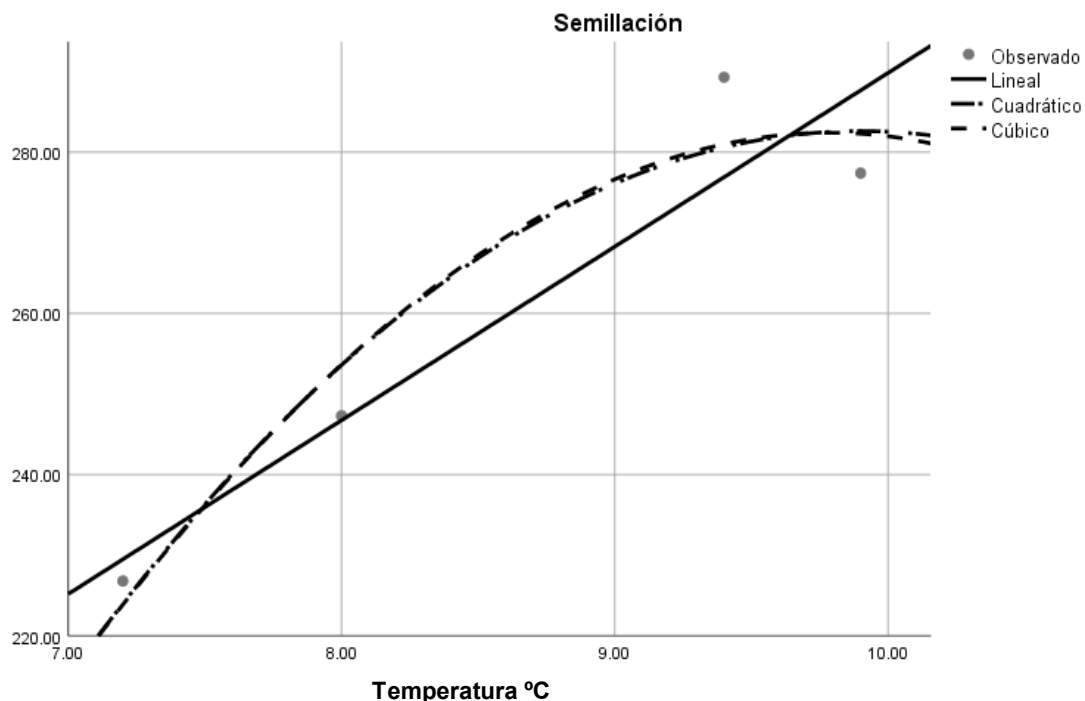


Figura 54: Gráfica de correlación entre temperatura y semillación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

4.3.2.2.5. Romerillo, Sisín o Guavisay – *Podocarpus oleifolius*.

Los valores de correlación para el Romerillo (Cuadro 105), determinan el grado de relación existente entre las variables dependientes (Fases fenológicas: Foliación, Floración, Fructificación y Semillación) con las variables independientes (Factores meteorológicos: Temperatura, Precipitación y Heliofanía); en los tres pisos altitudinales estudiados.

Cuadro 105: Valores de correlación entre variables dependientes e independientes para el Romerillo

		Foliación	Floración	Fructificación	Semillación
Piso 1	Temperatura	-0.580	0.818	-0.259	0.353
	Precipitación	0.157	-0.826	-0.653	0.398
	Heliofanía	-0.112	0.682	-0.138	-0.942
Piso 2	Temperatura	0.455	0.703	-0.469	-0.017
	Precipitación	-0.412	-0.531	-0.483	0.585
	Heliofanía	-0.499	0.514	-0.225	-0.957
Piso 3	Temperatura	0.776	0.451	-0.375	0.386
	Precipitación	-0.660	-0.389	-0.670	0.737
	Heliofanía	0.005	0.514	-0.048	-0.859

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Los datos marcados en rojo, indican los valores más altos de correlación, ya sea positiva o negativa. Es así que, para el Romerillo, la foliación está fuertemente correlacionada con la temperatura del piso 3; la floración se correlaciona con la temperatura en el piso 1 y 2; la fructificación se ve correlacionada negativamente con la precipitación en el piso 1; y la semillación se correlaciona con la heliofanía en todos los pisos.

- **Gráfica y modelo de correlación para la foliación y temperatura del piso 3.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico temperatura y la fase fenológica foliación del piso 3, para la especie forestal Romerillo (Cuadro 106); con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 106: Modelo de correlación entre temperatura y foliación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Foliación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.603	7.585	1	5	.040	-11.604	2.555		
Cuadrático	.604	3.044	2	4	.157	-2.435	.415	.124	
Cúbico	.604	3.045	2	4	.157	.364	.000	.106	.003

La variable independiente es Temperatura.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

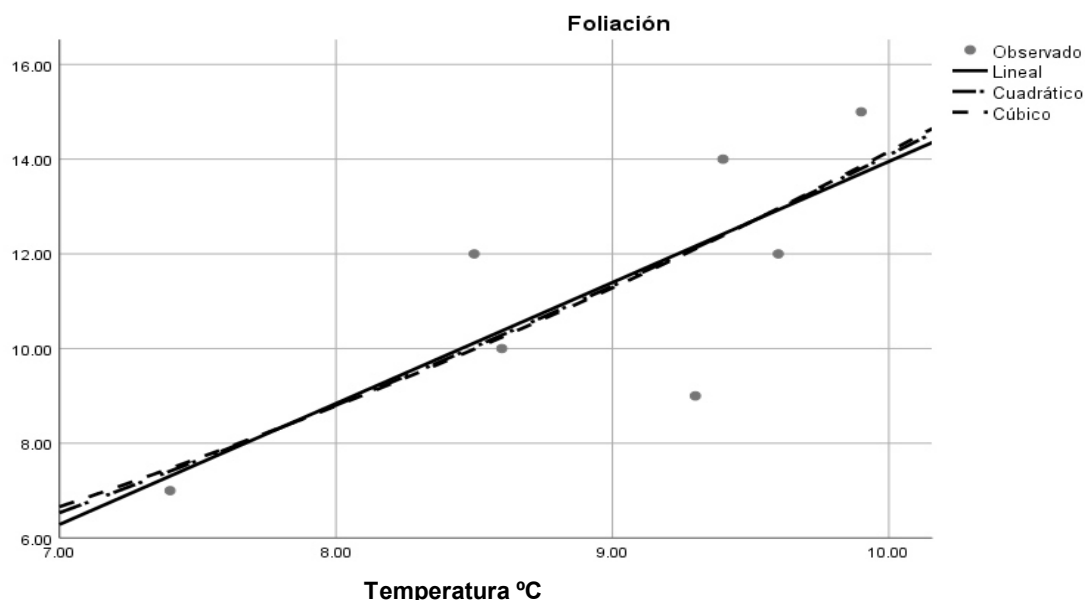


Figura 55: Gráfica de correlación entre temperatura y foliación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, los modelos de ajuste de curvas cuadrático y cúbico no tienen una gran diferencia entre sí, por lo que se podría usar cualquiera de ellos para determinar la tendencia de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la floración y temperatura del piso 1.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico temperatura y la fase fenológica floración del piso 1, para la especie forestal Romerillo (Cuadro 107); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 107: Modelo de correlación entre temperatura y floración

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Floración**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.670	8.115	1	4	.046	-147.628	31.120		
Cuadrático	.680	3.183	2	3	.181	258.496	-105.983	11.521	
Cúbico	.679	3.172	2	3	.182	111.983	-34.670	.000	.618

La variable independiente es Temperatura.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

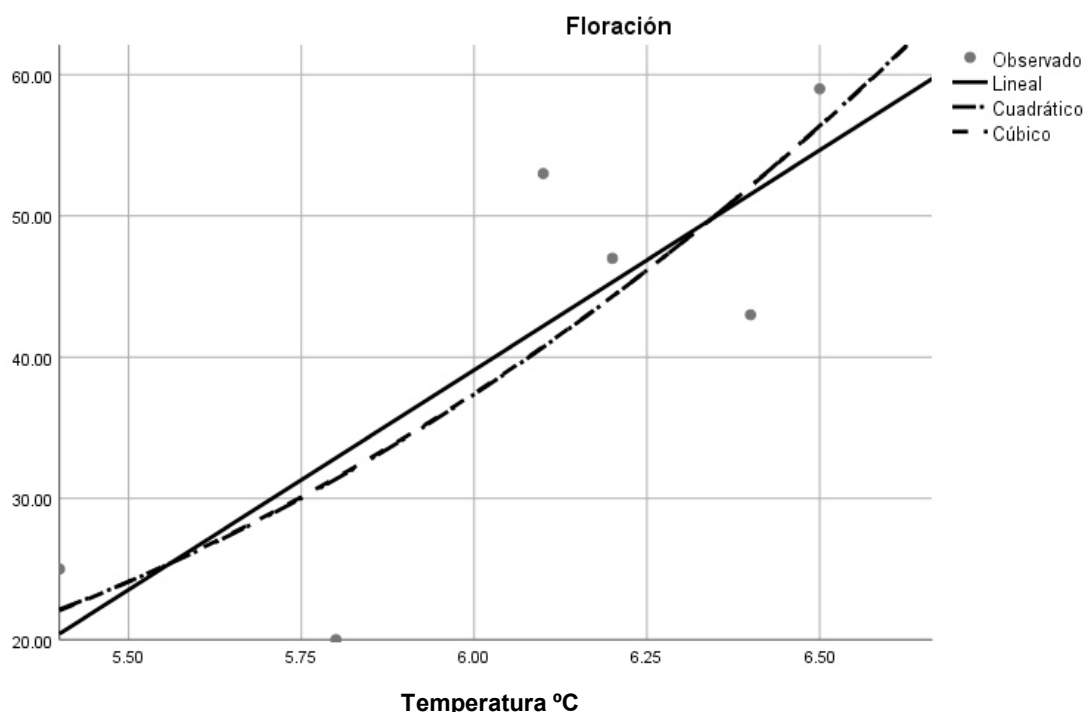


Figura 56: Gráfica de correlación entre temperatura y floración

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cuadrático es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la floración y precipitación del piso 1.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico precipitación y la fase fenológica floración del piso 1, para la especie forestal Romerillo (Cuadro 108); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 108: Modelo de correlación entre precipitación y floración

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Floración**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.683	8.602	1	4	.043	66.762	-.262		
Cuadrático	.700	3.500	2	3	.164	58.051	-.048	-.001	
Cúbico	.762	2.129	3	2	.335	24.519	1.317	-.017	5.187E-5

La variable independiente es Precipitación.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

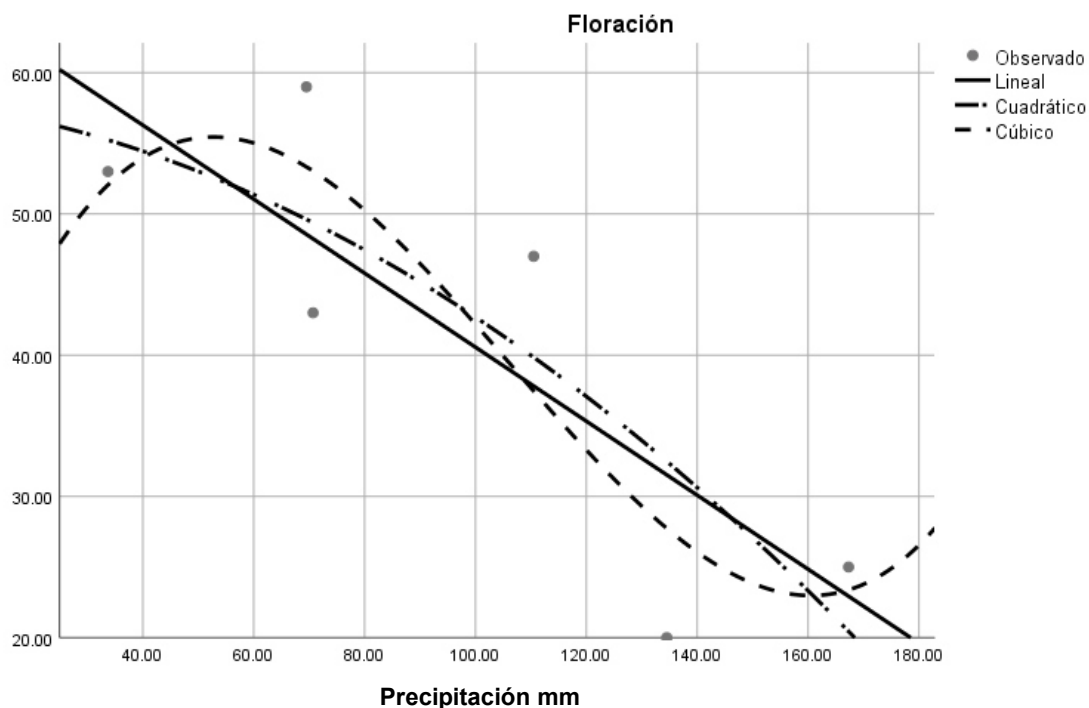


Figura 57: Gráfica de correlación entre precipitación y floración

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la floración y temperatura del piso 2.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico temperatura y la fase fenológica floración del piso 2, para la especie forestal Romerillo (Cuadro 109); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 109: Modelo de correlación entre temperatura y floración

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Floración**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.494	3.902	1	4	.119	-222.714	37.857		
Cuadrático	.930	20.007	2	3	.018	-11133.952	2946.747	-193.373	
Cúbico	.930	20.012	2	3	.018	-7454.036	1484.832	.000	-8.517

La variable independiente es Precipitación.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

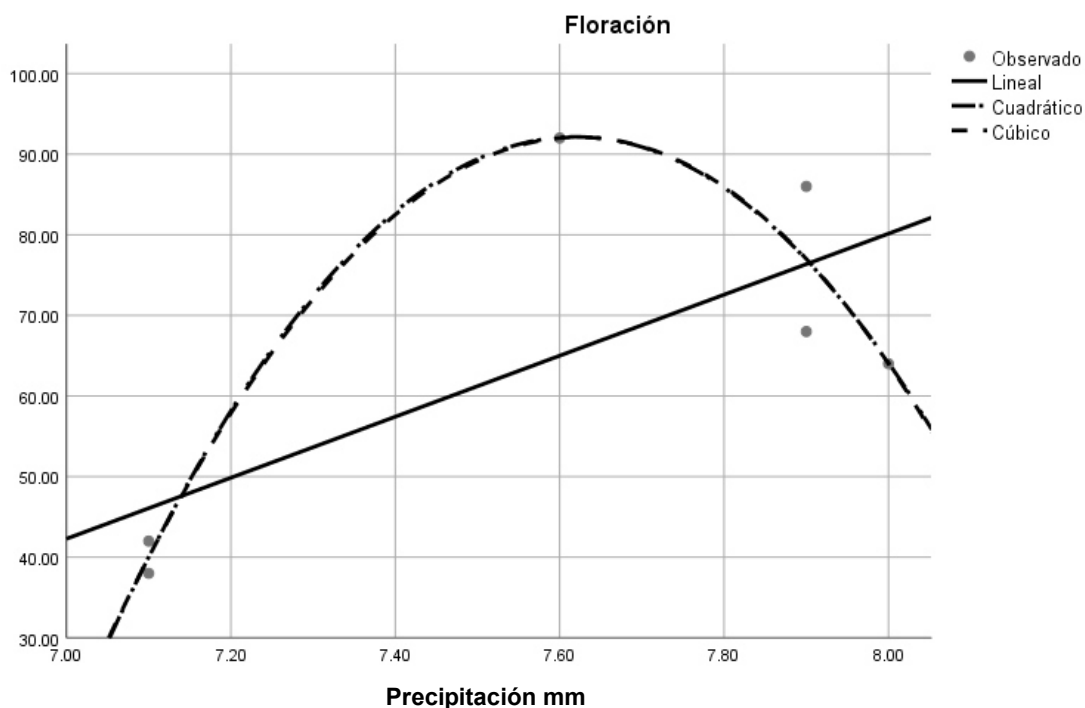


Figura 58: Gráfica de correlación entre precipitación y floración

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, los modelos de ajuste de curvas cuadrático y cúbico no tienen una gran diferencia entre sí, por lo que se podría usar cualquiera de ellos para determinar la tendencia de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la semillación y heliofanía del piso 1.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico heliofanía y la fase fenológica semillación del piso 1, para la especie forestal Romerillo (Cuadro 110); con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 110: Modelo de correlación entre heliofanía y semillación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Semillación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.887	15.629	1	2	.058	553.377	-2.244		
Cuadrático	.890	4.061	2	1	.331	91.085	2.846	-.014	
Cúbico	.891	4.086	2	1	.330	243.778	.000	.003	-3.499E-5

La variable independiente es Heliofanía.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

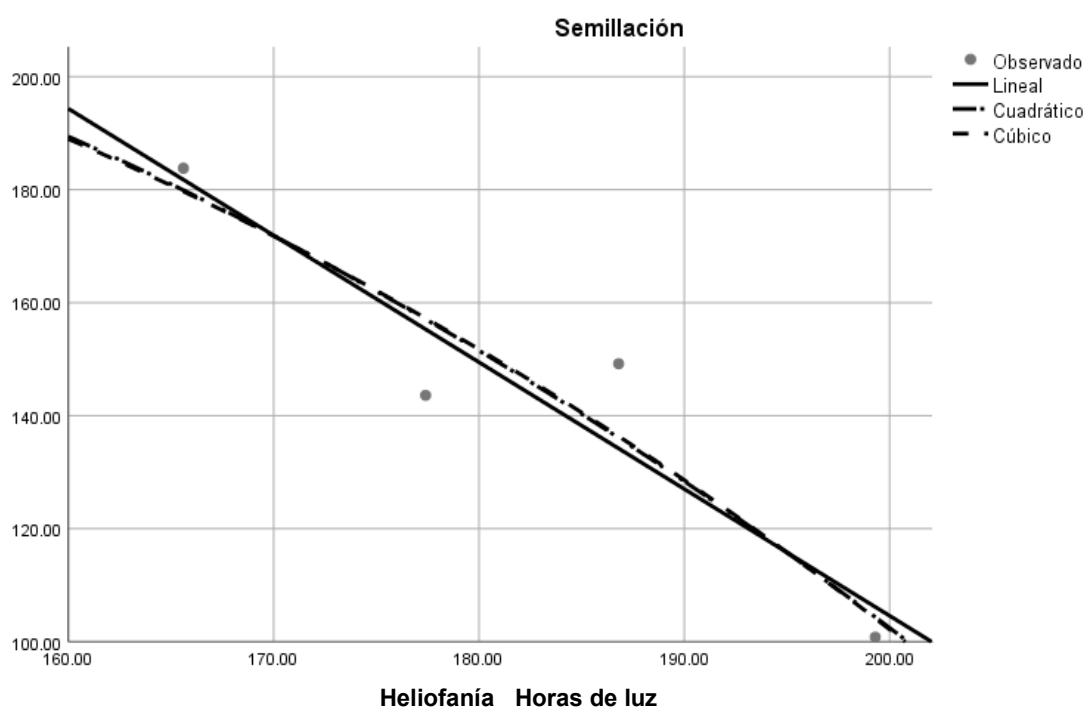


Figura 59: Gráfica de correlación entre heliofanía y semillación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la semillación y heliofanía del piso 2.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico heliofanía y la fase fenológica semillación del piso 2, para la especie forestal Romerillo (Cuadro 111); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 111: Modelo de correlación entre heliofanía y semillación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Semillación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.915	21.640	1	2	.043	785.310	-2.195		
Cuadrático	.937	7.470	2	1	.250	-509.488	11.186	-.034	
Cúbico	.939	7.669	2	1	.247	192.554	.000	.025	.000

La variable independiente es Heliofanía.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

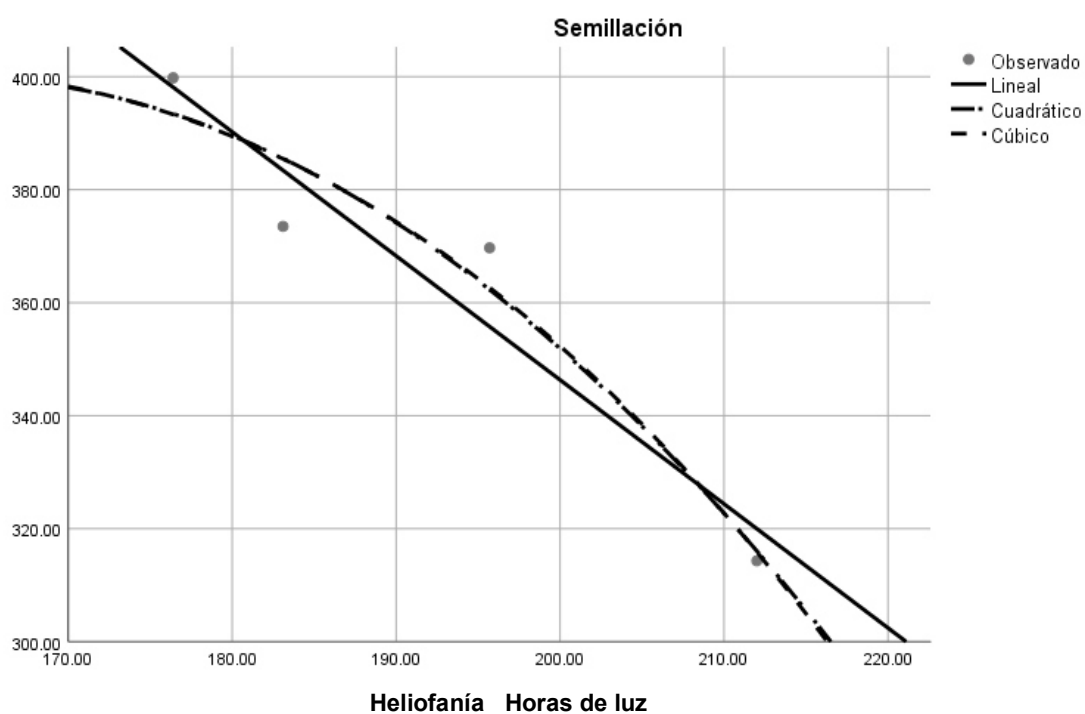


Figura 60: Gráfica de correlación entre heliofanía y semillación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la semillación y precipitación del piso 3.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico precipitación y la fase fenológica semillación del piso 3, para la especie forestal Romerillo (Cuadro 112); con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 112: Modelo de correlación entre precipitación y semillación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Semillación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.543	2.379	1	2	.263	277.037	4.872		
Cuadrático	1.000	1068.829	2	1	.022	-420.902	43.617	-.507	
Cúbico	1.000	1068.829	2	1	.022	-420.902	43.617	-.507	.000

La variable independiente es Precipitación.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

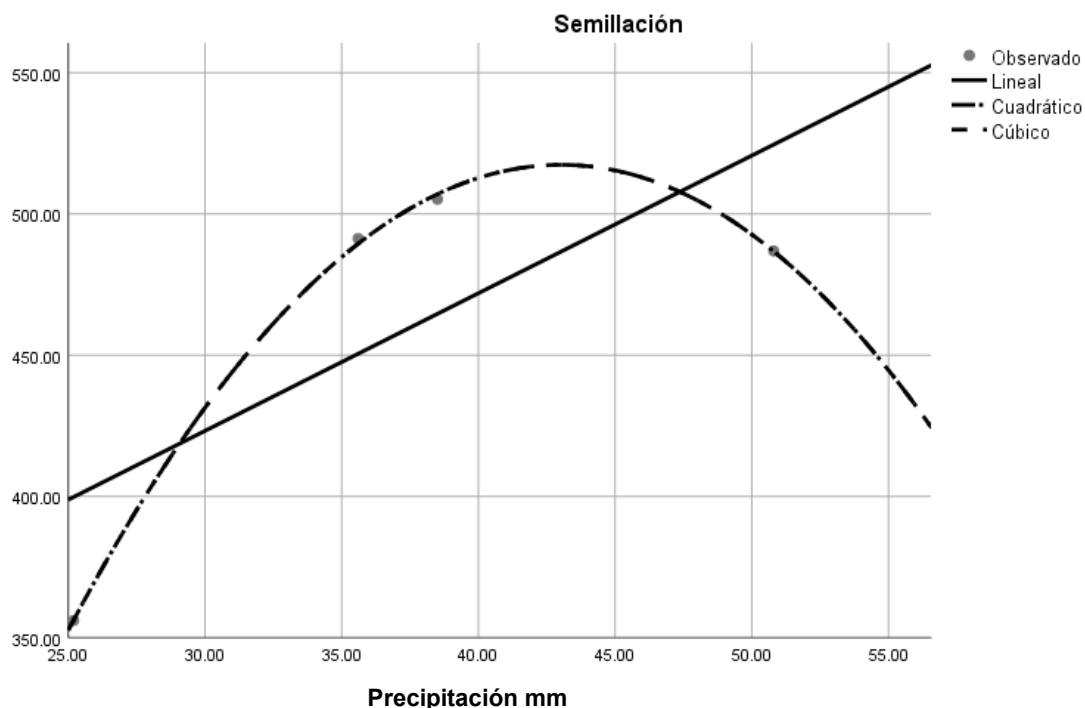


Figura 61: Gráfica de correlación entre precipitación y semillación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, los modelos de ajuste de curvas cuadrático y cúbico no tienen una gran diferencia entre sí, por lo que se podría usar cualquiera de ellos para determinar la tendencia de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la semillación y heliofanía del piso 3.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico heliofanía y la fase fenológica semillación del piso 3, para la

especie forestal Romerillo (Cuadro 113); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 113: Modelo de correlación entre heliofanía y semillación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Semillación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.738	5.623	1	2	.141	1147.153	-3.424		
Cuadrático	.947	8.902	2	1	.231	-5679.819	64.520	-.168	
Cúbico	.953	10.189	2	1	.216	-1392.680	.000	.155	-.001

La variable independiente es Heliofanía.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

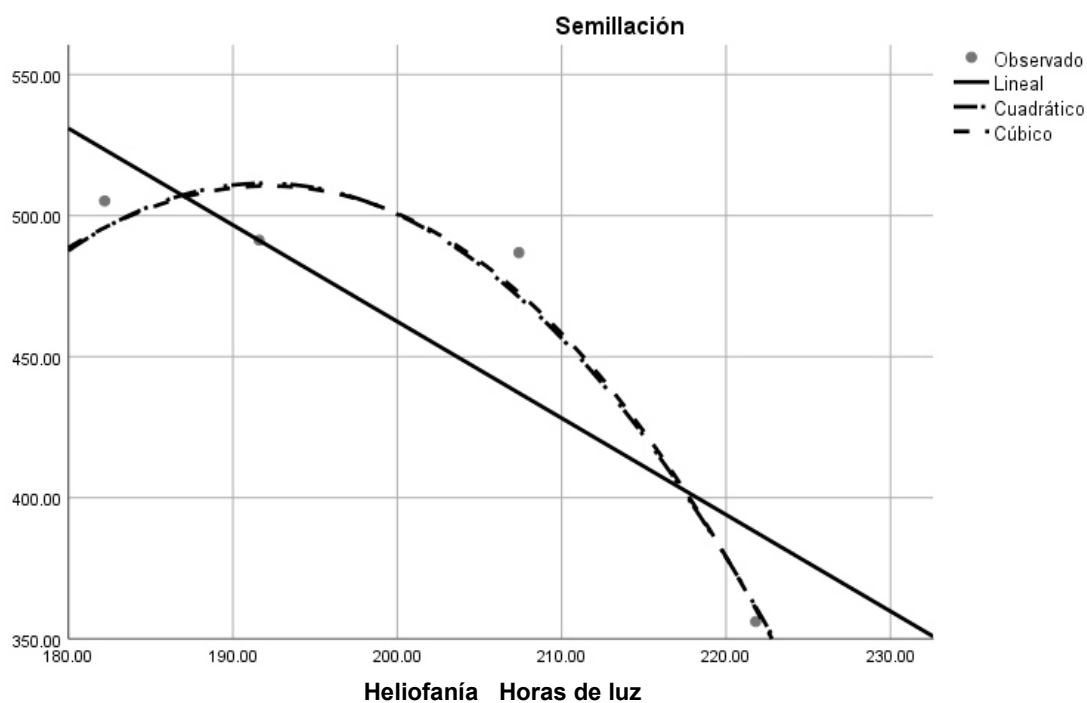


Figura 62: Gráfica de correlación entre heliofanía y semillación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

4.3.2.2.6. Tarqui o Borracho – *Hedyosmun luteynii todzia*.

Los valores de correlación para el Tarqui (Cuadro 114), determinan el grado de relación existente entre las variables dependientes (Fases fenológicas: Foliación, Floración, Fructificación y Semillación) con las variables independientes (Factores meteorológicos: Temperatura, Precipitación y Heliofanía), en los tres pisos altitudinales estudiados.

Cuadro 114: Valores de correlación entre variables dependientes e independientes para el Tarqui

		Foliación	Floración	Fructificación	Semillación
Piso 1	Temperatura	0.152	0.219	-0.568	0.302
	Precipitación	-0.045	-0.623	-0.785	0.046
	Heliofanía	0.377	0.200	0.053	-0.804
Piso 2	Temperatura	0.159	0.787	-0.287	-0.211
	Precipitación	-0.178	-0.378	-0.867	0.354
	Heliofanía	0.066	0.248	0.491	-0.784
Piso 3	Temperatura	-0.803	0.279	0.428	0.886
	Precipitación	0.636	-0.662	-0.829	-0.297
	Heliofanía	0.042	-0.126	0.771	0.184

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Los datos marcados en rojo, indican los valores más altos de correlación, ya sea positiva o negativa. Es así, que para la especie forestal Tarqui, la foliación está fuertemente correlacionada negativamente con la temperatura en el piso 3; la floración se correlaciona con la temperatura en el piso 2; la fructificación se ve correlacionada negativamente por la precipitación en los 3 pisos; y la semillación se correlaciona de manera inversa con la heliofanía en el piso 1 y 2, además con la temperatura en el piso 3.

- **Gráfica y modelo de correlación para la foliación y temperatura del piso 3.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico temperatura y la fase fenológica foliación del piso 3, para la especie forestal Tarqui (Cuadro 115); con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 115: Modelo de correlación entre temperatura y foliación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

/variable dependiente: **Foliación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.644	9.064	1	5	.030	34.576	-2.256		
Cuadrático	.662	3.909	2	4	.115	71.589	-9.851	.386	
Cúbico	.663	3.932	2	4	.114	60.419	-6.239	.000	.014

La variable independiente es Temperatura.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

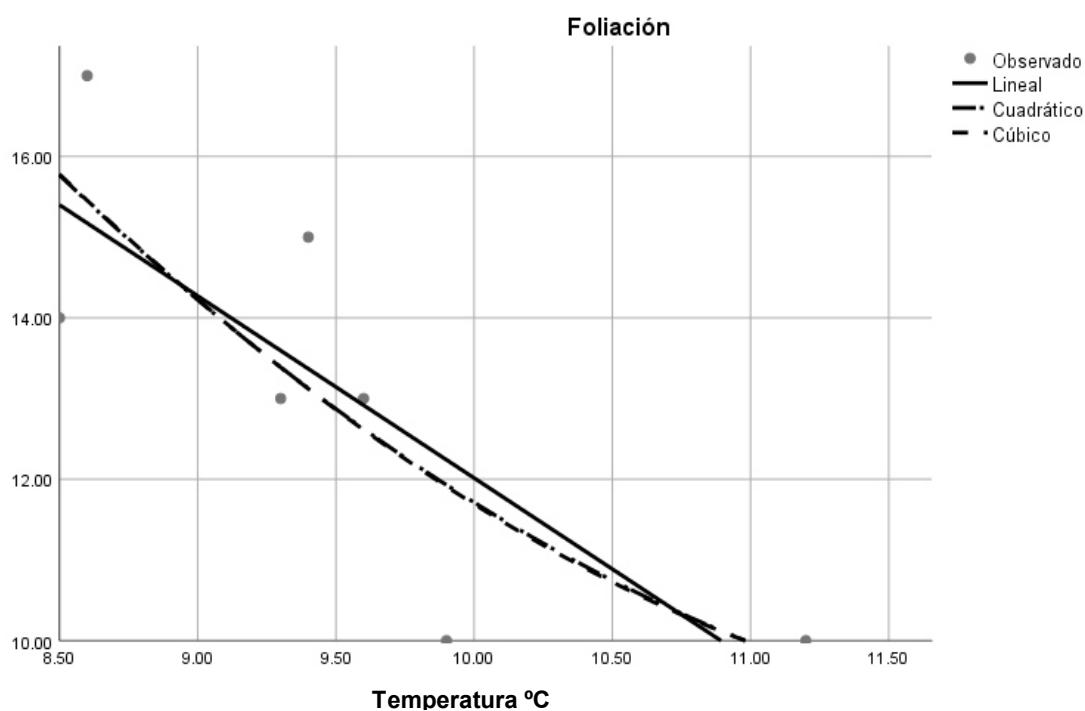


Figura 63: Gráfica de correlación entre temperatura y foliación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

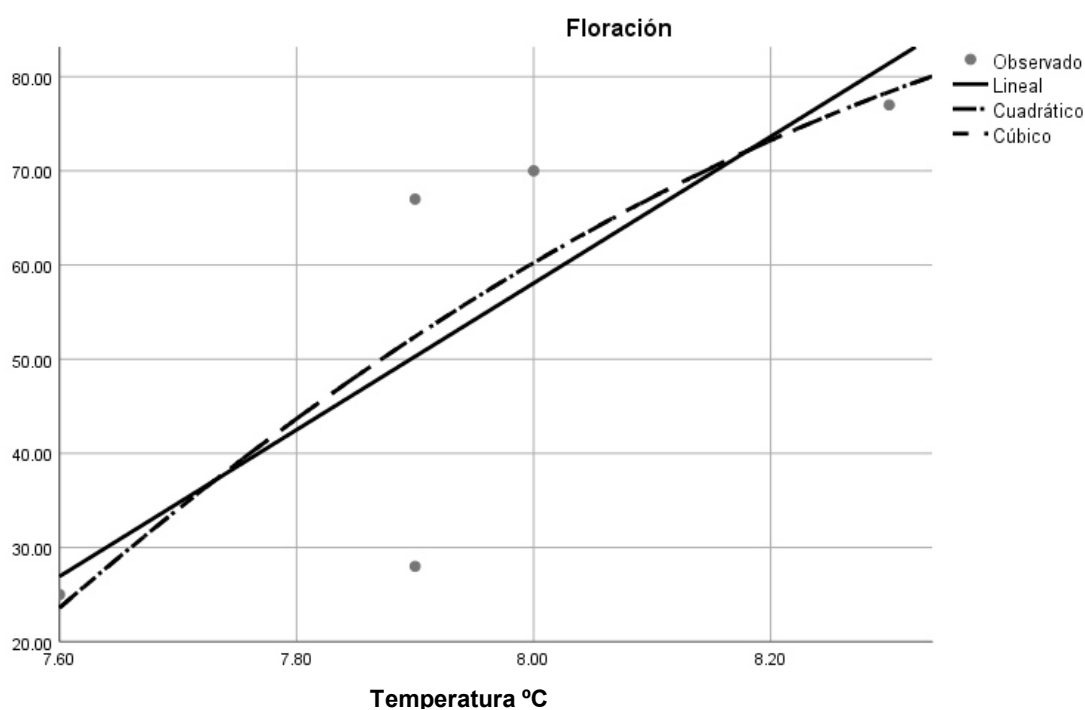
- **Gráfica y modelo de correlación para la floración y temperatura del piso 2.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico temperatura y la fase fenológica floración del piso 2, para la especie forestal Tarqui (Cuadro 116); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 116: Modelo de correlación entre temperatura y floración**Resumen de modelo y estimaciones de parámetro**Variable dependiente: **Floración**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.619	4.867	1	3	.115	-564.786	77.857		
Cuadrático	.632	1.720	2	2	.368	-3359.781	781.142	-44.205	
Cúbico	.632	1.721	2	2	.368	-2443.543	432.442	.000	-1.867

La variable independiente es Temperatura.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.**Figura 64: Gráfica de correlación entre temperatura y floración***Fuente.* Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, los modelos de ajuste de curvas cuadrático y cúbico no tienen una gran diferencia entre sí, por lo que se podría

usar cualquiera de ellos para determinar la tendencia de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la fructificación y precipitación del piso 1.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico precipitación y la fase fenológica fructificación del piso 1, para la especie forestal Tarqui (Cuadro 117); con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 117: Modelo de correlación entre precipitación y fructificación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Fructificación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.616	6.403	1	4	.065	35.962	-.415		
Cuadrático	.630	2.557	2	3	.225	32.333	-.127	-.003	
Cúbico	.931	8.980	3	2	.102	-10.662	5.064	-.137	.001

La variable independiente es Precipitación.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

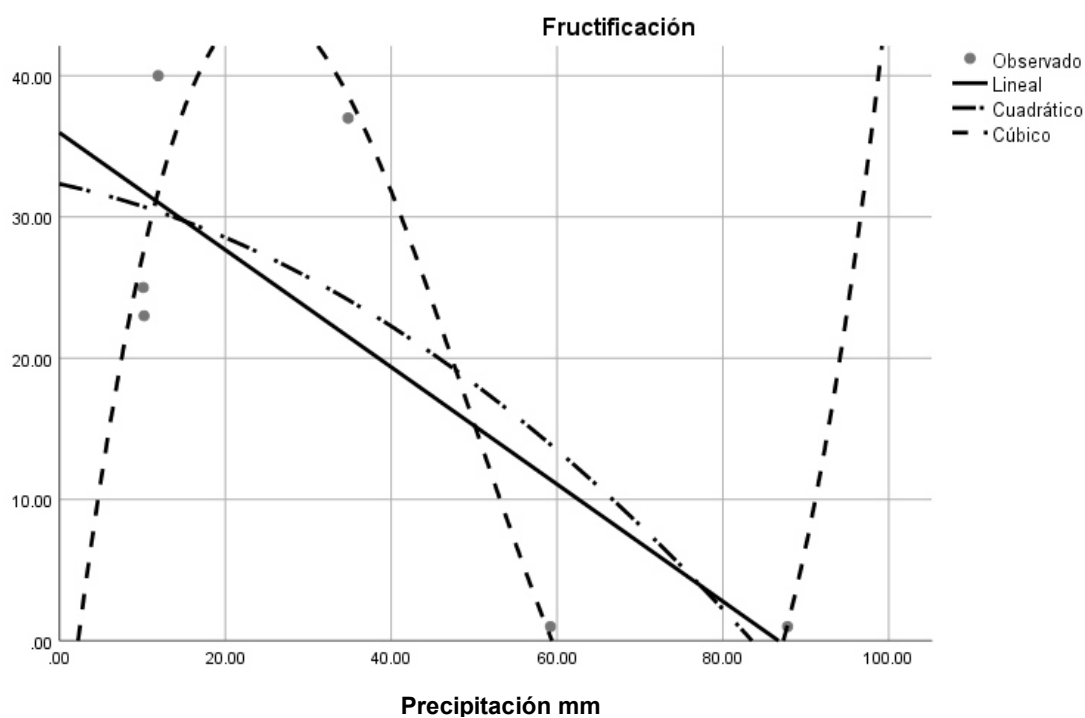


Figura 65: Gráfica de correlación entre precipitación y fructificación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

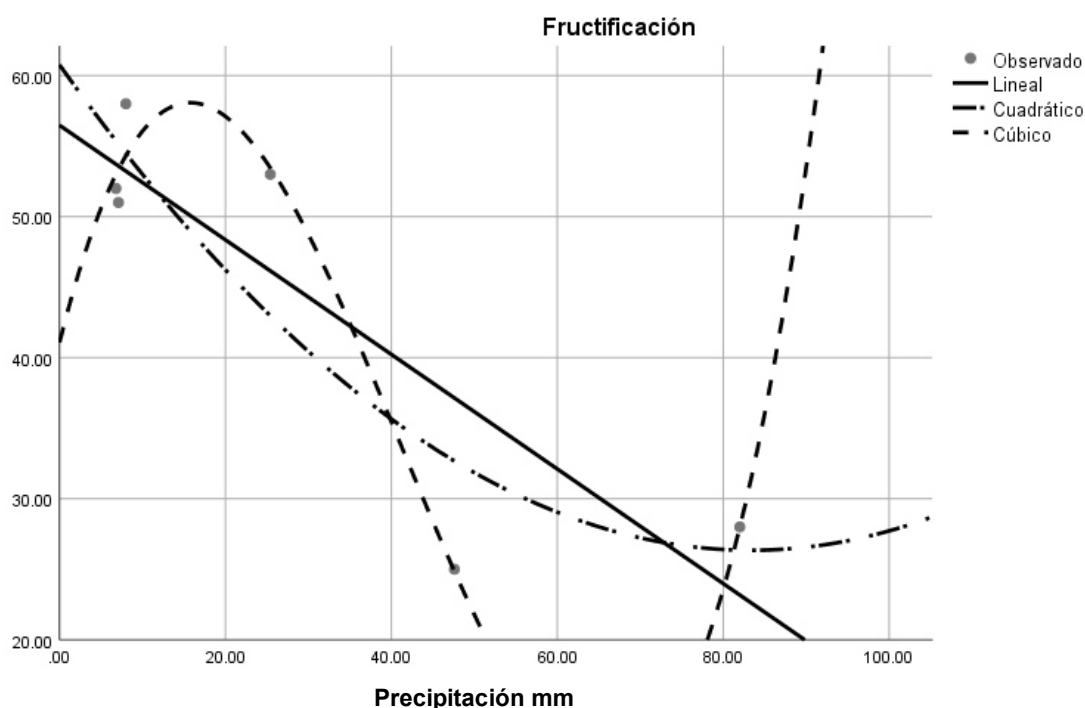
- **Gráfica y modelo de correlación para la fructificación y precipitación del piso 2.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico precipitación y la fase fenológica fructificación del piso 2, para la especie forestal Tarqui (Cuadro 118); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 118: Modelo de correlación entre precipitación y fructificación**Resumen de modelo y estimaciones de parámetro**Variable dependiente: **Fructificación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.751	12.088	1	4	.025	56.475	-.406		
Cuadrático	.798	5.928	2	3	.091	60.762	-.826	.005	
Cúbico	.980	32.393	3	2	.030	41.080	2.345	-.092	.001

La variable independiente es Precipitación.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.**Figura 66: Gráfica de correlación entre precipitación y fructificación***Fuente.* Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

- Gráfica y modelo de correlación para la fructificación y precipitación del piso C.

Cuadro 119: Modelo de correlación entre precipitación y fructificación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Fructificación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.687	4.390	1	2	.171	60.236	-.729		
Cuadrático	.999	344.550	2	1	.038	76.939	-2.853	.027	
Cúbico	.999	384.716	2	1	.036	74.032	-2.119	.000	.000

La variable independiente es Precipitación.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

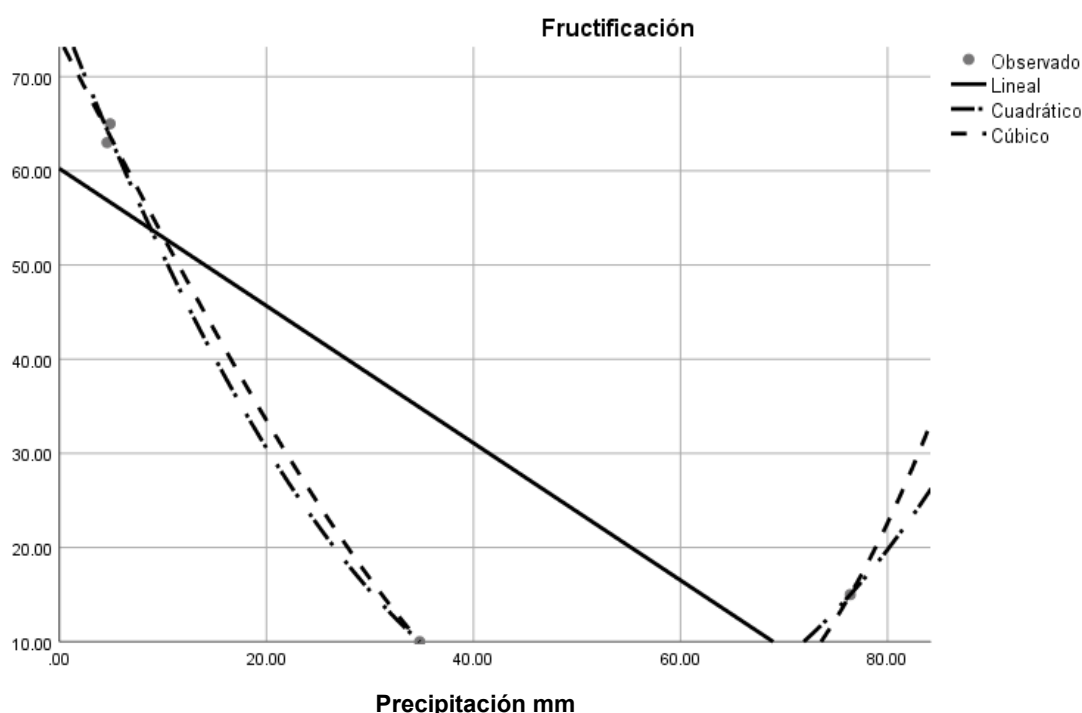


Figura 67: Gráfica de correlación entre precipitación y fructificación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, los modelos de ajuste de curvas cuadrático y cúbico no tienen una gran diferencia entre sí, por lo que se podría usar cualquiera de ellos para determinar la tendencia de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la fructificación y heliofanía del piso 3.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico heliofanía y la fase fenológica fructificación del piso 3, para la especie forestal Tarqui (Cuadro 120); con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 120: Modelo de correlación entre heliofanía y fructificación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Fructificación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.595	2.937	1	2	.229	-148.068	1.149		
Cuadrático	.969	15.601	2	1	.176	2802.675	-37.995	.128	
Cúbico	.968	15.238	2	1	.178	1759.740	-17.926	.000	.000

La variable independiente es Heliofanía.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

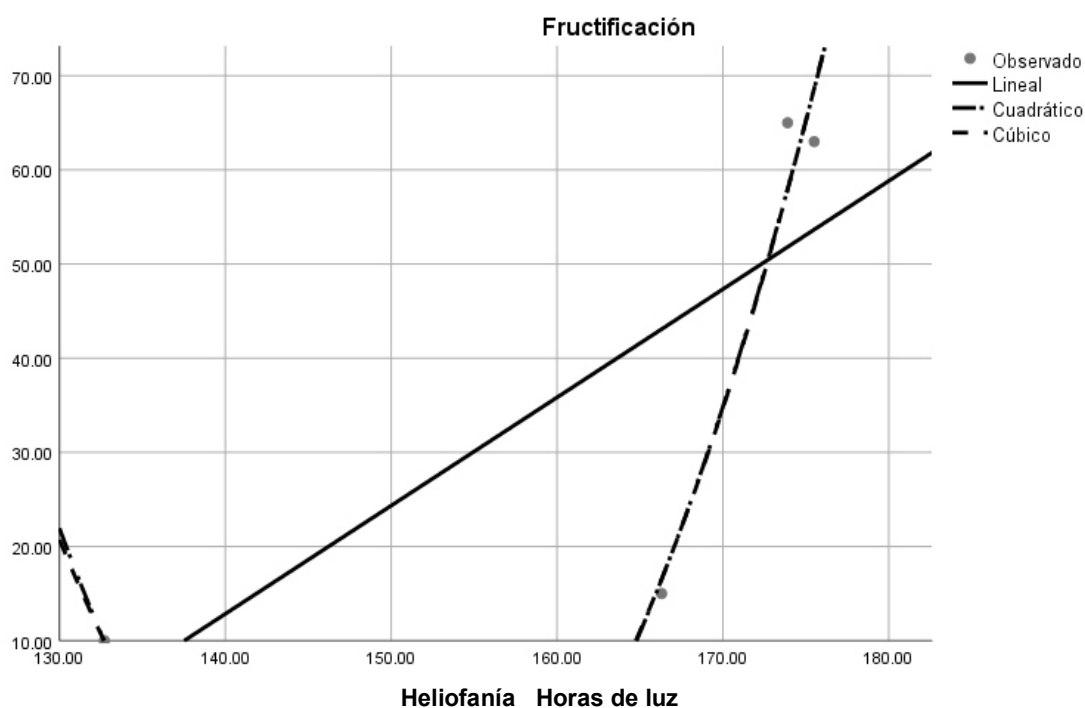


Figura 68: Gráfica de correlación entre Heliofanía y Fructificación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cuadrático es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la semillación y heliofanía del piso 1.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico heliofanía y la fase fenológica semillación del piso 1, para la

especie forestal Tarqui (Cuadro 121); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 121: Modelo de correlación entre heliofanía y semillación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Semillación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.646	3.653	1	2	.196	478.177	-.905		
Cuadrático	.729	1.346	2	1	.520	1494.090	-12.089	.031	
Cúbico	.729	1.346	2	1	.520	1494.090	-12.089	.031	.000

La variable independiente es Heliofanía.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

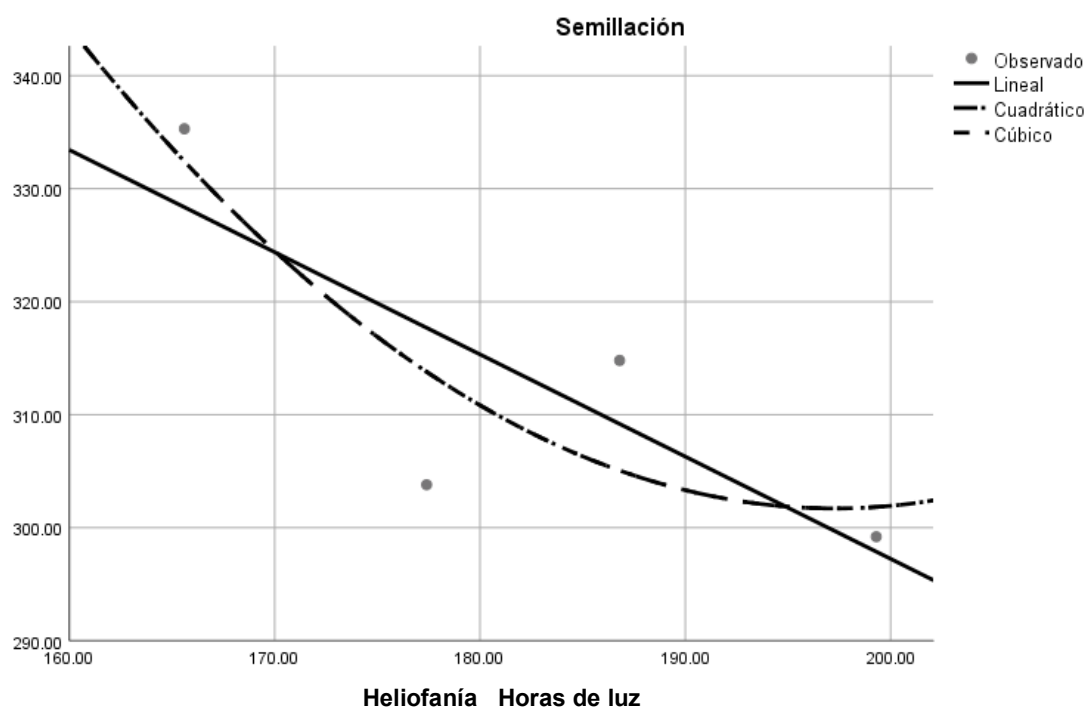


Figura 69: Gráfica de correlación entre heliofanía y semillación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, los modelos de ajuste de curvas cuadrático y cúbico no tienen una gran diferencia entre sí, por lo que se podría usar cualquiera de ellos para determinar la tendencia de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la semillación y heliofanía del piso 2.**

Se establece entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico heliofanía y la fase fenológica semillación del piso 2, para la especie forestal Tarqui (Cuadro 122); con la finalidad de determinar pronósticos de valores.

Cuadro 122: Modelo de correlación entre heliofanía y semillación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Semillación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.614	3.185	1	2	.216	750.017	-1.838		
Cuadrático	.623	.826	2	1	.614	1579.415	-10.410	.022	
Cúbico	.623	.826	2	1	.614	1579.415	-10.410	.022	.000

La variable independiente es Heliofanía.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

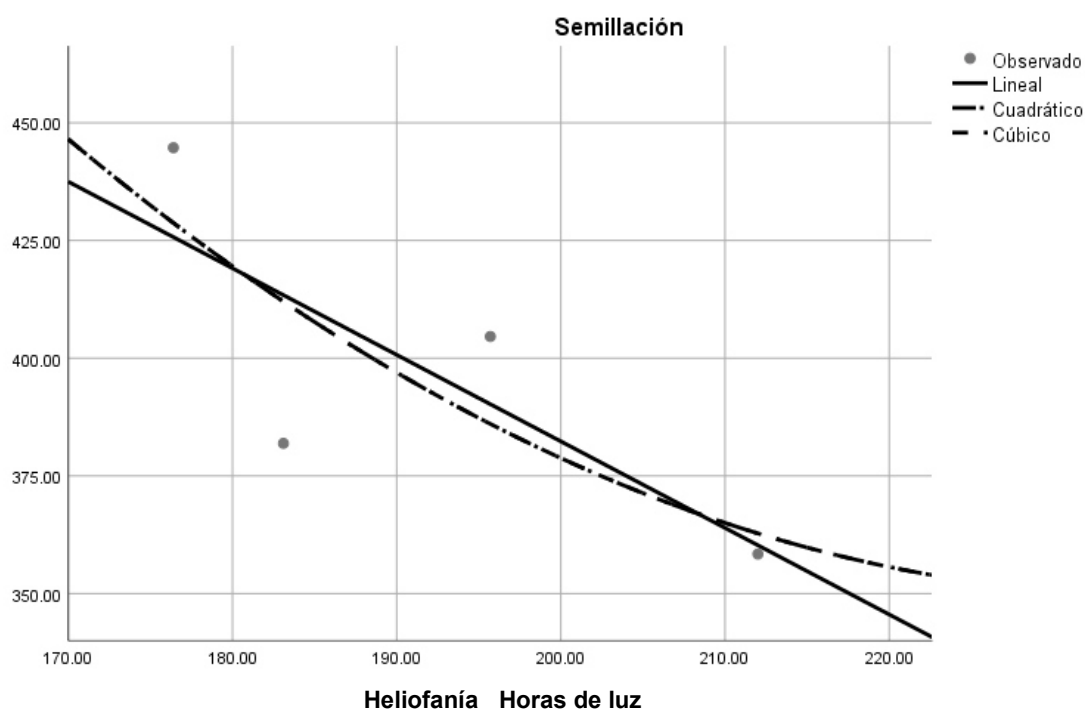


Figura 70: Gráfica de correlación entre heliofanía y semillación

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, los modelos de ajuste de curvas cuadrático y cúbico no tienen una gran diferencia entre sí, por lo que se podría usar cualquiera de ellos para determinar la tendencia de los datos experimentales.

- **Gráfica y modelo de correlación para la semillación y temperatura del piso 3.**

Se determina entonces el modelo de correlación entre el factor meteorológico temperatura y la fase fenológica semillación del piso 3, para la

especie forestal Tarqui (Cuadro 123); con la finalidad de establecer pronósticos de valores.

Cuadro 123: Modelo de correlación entre temperatura y semillación

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: **Semillación**

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.785	7.295	1	2	.114	224.540	22.059		
Cuadrático	.809	2.113	2	1	.437	669.868	-83.666	6.175	
Cúbico	.816	2.222	2	1	.429	463.351	.000	-4.884	.477

La variable independiente es Temperatura.

Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018.

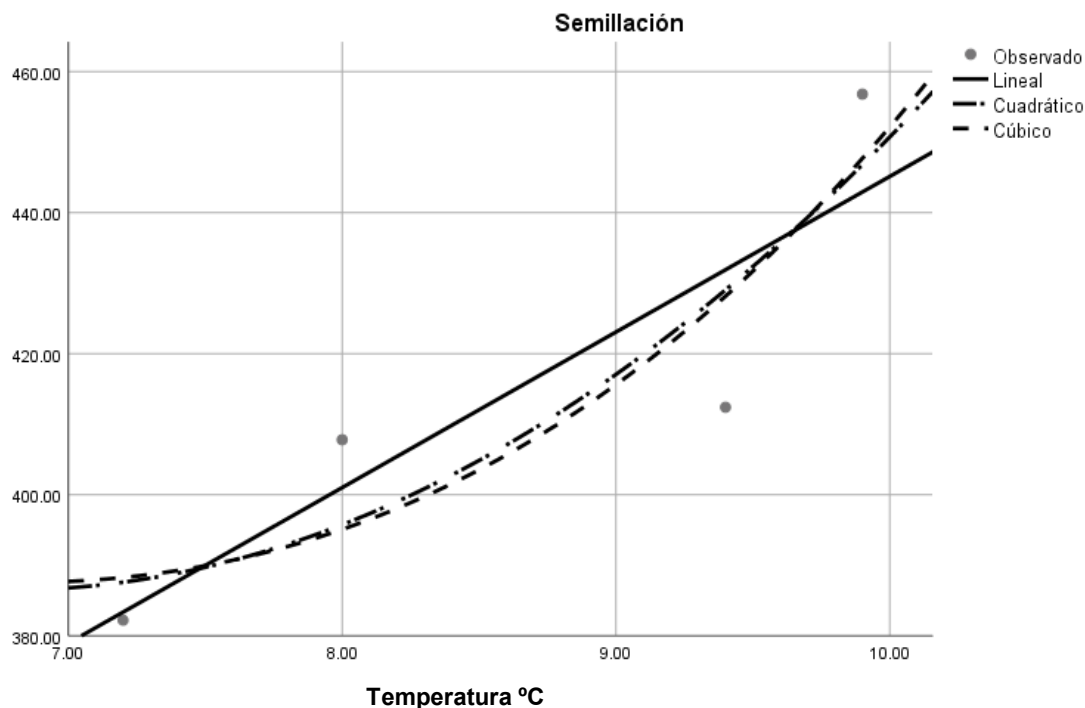


Figura 71: Gráfica de correlación entre temperatura y semillación

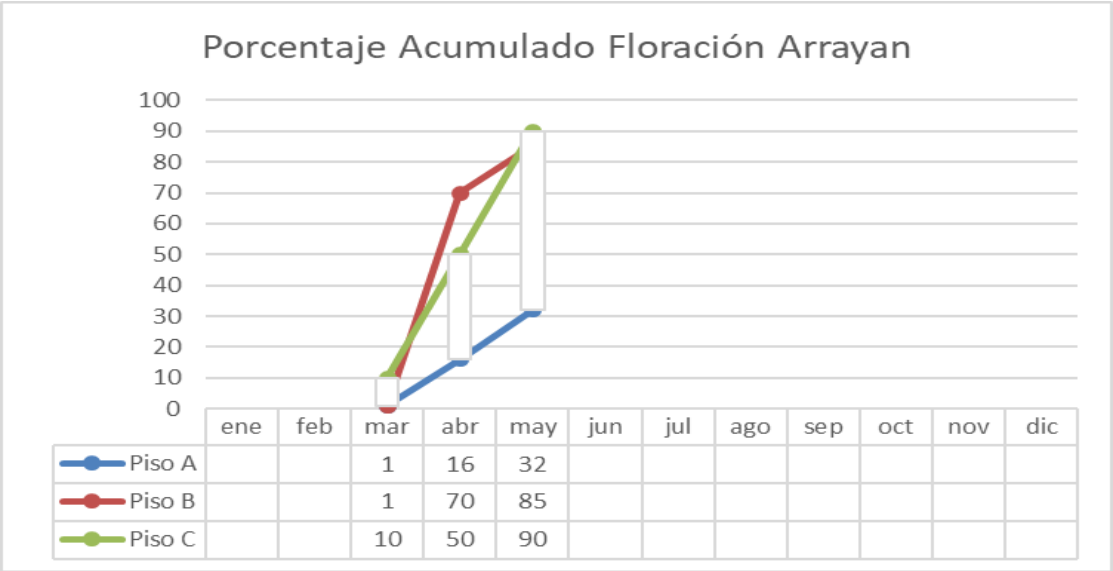
Fuente. Análisis de datos en SPSS por Andrade. P, 2018

Según la tabla y gráfico anteriores, el modelo de ajuste de curvas cúbico es el que muestra un mejor ajuste de los datos experimentales.

4.3.3 Estudio de floración, fructificación y establecimiento de clases de sitio para las especies estudiadas.

Para la determinación de las clases de sitio, llevamos a cabo el cálculo de floración y fructificación (como fases fenológicas de dominancia) para las 6 especies forestales estudiadas, evidenciándose así de manera gráfica el porcentaje acumulado de floración y fructificación respectivamente.

- **Arrayán hembra – *Eugenia halli***



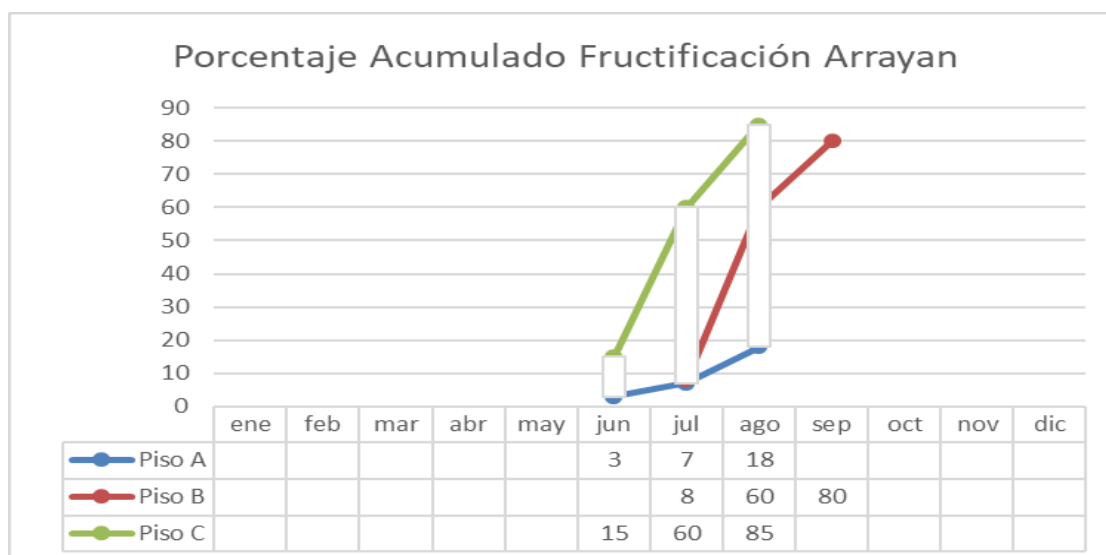


Figura 72: Valores obtenidos en % de floración y fructificación de la especie forestal *Eugenia halli*.

Fuente. Andrade Patricia, 2018

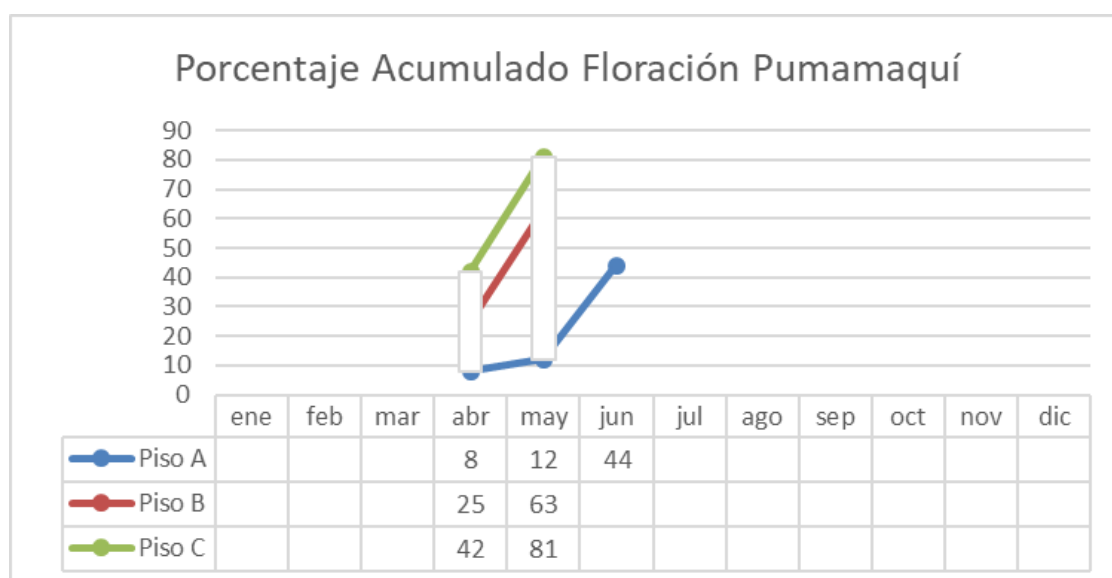
El análisis del porcentaje de Floración para el Arrayán, determina que la presencia de predominancia de la floración fluctuó entre los meses de marzo a mayo, presentando en promedio su menor presencia en la mensualidad de marzo y su mayor floración en la mensualidad de mayo, evidenciándose que piso 1 la floración durante el período de análisis fue menor (16,33%) en comparación con el piso 2 (52%), que a su vez presentó una mayor floración en relación con el piso 3 (50%); circunstancia que se fundamenta en el hecho de que los valores de temperatura fueron incidentes en la foliación del Arrayán en el piso 2.

El porcentaje de Fructificación en el Arrayán, establece que la presencia de predominancia de fructificación osciló entre los meses de junio a septiembre, presentando su menor fructificación en el piso 1 (9,33%) y su mayor fructificación en el piso 3 (53,33%). En relación al piso 2, se evidenció

un comportamiento particular, al iniciar su fructificación en julio y culminarla en septiembre; situación que se explica en virtud de que los valores de precipitación, incidieron en el tiempo de fructificación del Arrayán en el piso 2.

En base a lo planteado, se determinó, que la especie forestal nativa Arrayán (*Eugenia halli*), a nivel de zona de estudio, presentó la mejor clase de sitio para la obtención de superiores porcentajes de floración en el piso 2, comprendido entre los 3400 a 3600 msnm; en tanto que, para la producción de porcentajes de fructificación, el piso altitudinal 3, ubicado entre los 3200 a 3400 msnm, presentó los mejores resultados.

- **Pumamaqui macho – *Oreopanax ecuadorensis***



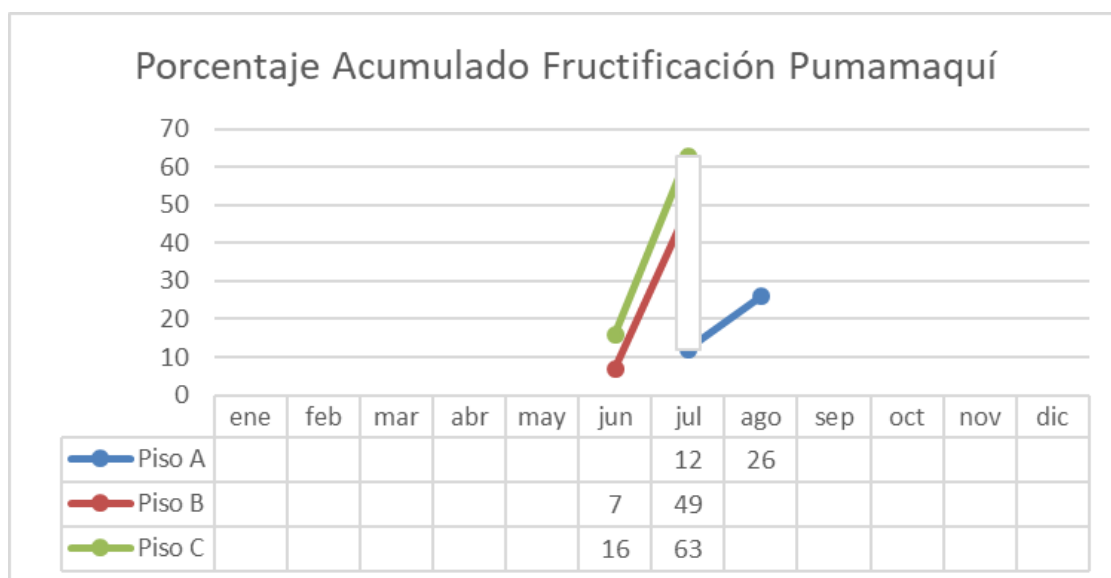


Figura 73: Porcentaje de floración y fructificación de *Oreopanax ecuadorense*

Fuente. Andrade Patricia, 2018

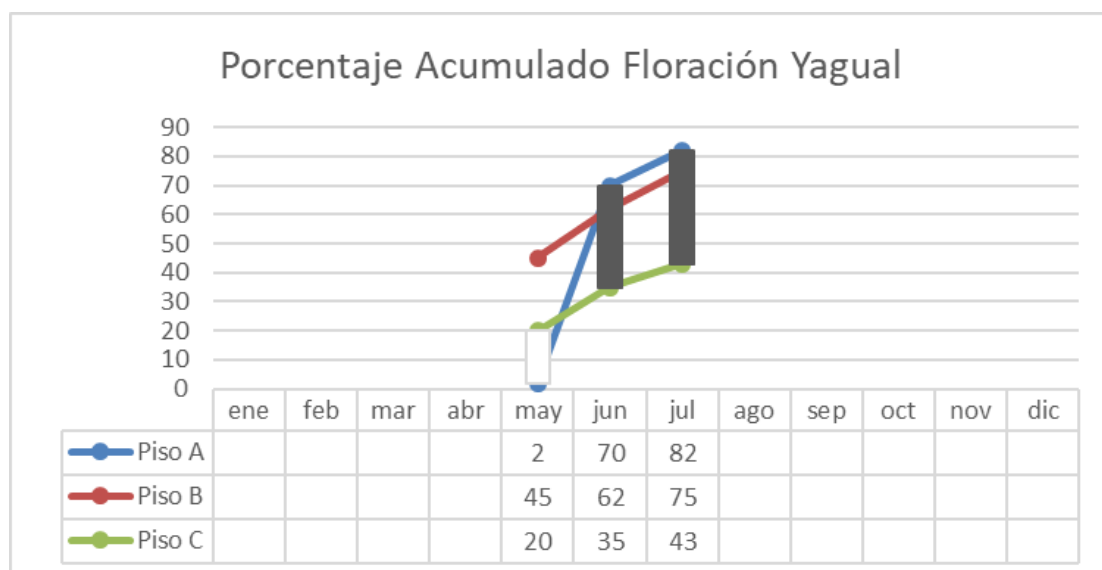
El análisis del porcentaje de Floración para el Pumamaquí, establece que la presencia de predominancia de la floración fluctuó entre los meses de abril a junio, evidenciándose su menor presencia mensual de abril, su mayor floración en la mensualidad de mayo; determinándose así que en el piso 1 la floración durante el período de investigación fue menor (21,33%) en comparación con el piso 2 (44%), que a su vez presentó una menor floración en relación al piso 3 (61,50%); situación que se explica en el hecho de que los valores de temperatura, fueron incidentes en la floración del Pumamaquí en el piso 3.

El porcentaje de Fructificación en el Pumamaquí (Figura 73), determina que la presencia de predominancia de fructificación osciló entre los meses de junio a agosto, presentando su menor fructificación en el piso 1 (19%) y su mayor fructificación en el piso 3 (39,50%). En relación al piso 1, se evidenció un comportamiento particular, al iniciar su fructificación en julio y

culminarla en agosto, situación que se explica, en virtud de que los valores de heliofanía, incidieron en el tiempo de fructificación del Pumamaqui en el piso 1.

En base a lo planteado, se determinó que la especie forestal nativa Pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*), a nivel de la zona de estudio, presentó la mejor clase de sitio, para la obtención de porcentajes considerables de floración y fructificación, en el piso altitudinal 3, comprendido entre los 3600 a 3800 msnm.

- **Quinual, Quinar o Yagual – *Polylepis reticulata***



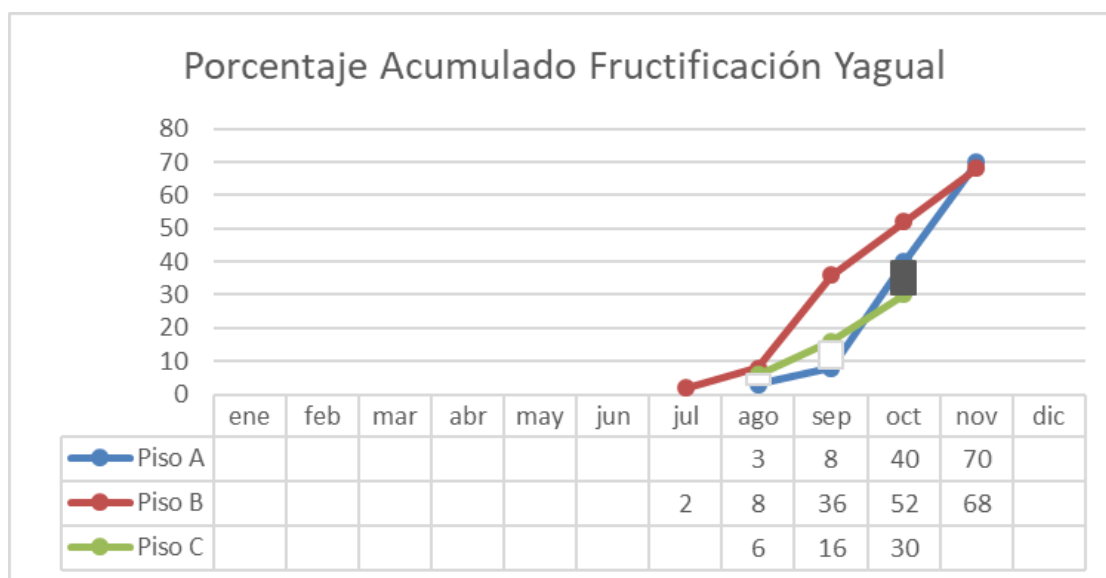


Figura 74: Valor obtenido en % en floración y fructificación de la especie forestal *Polylepis reticulata*

Fuente. Andrade Patricia, 2018

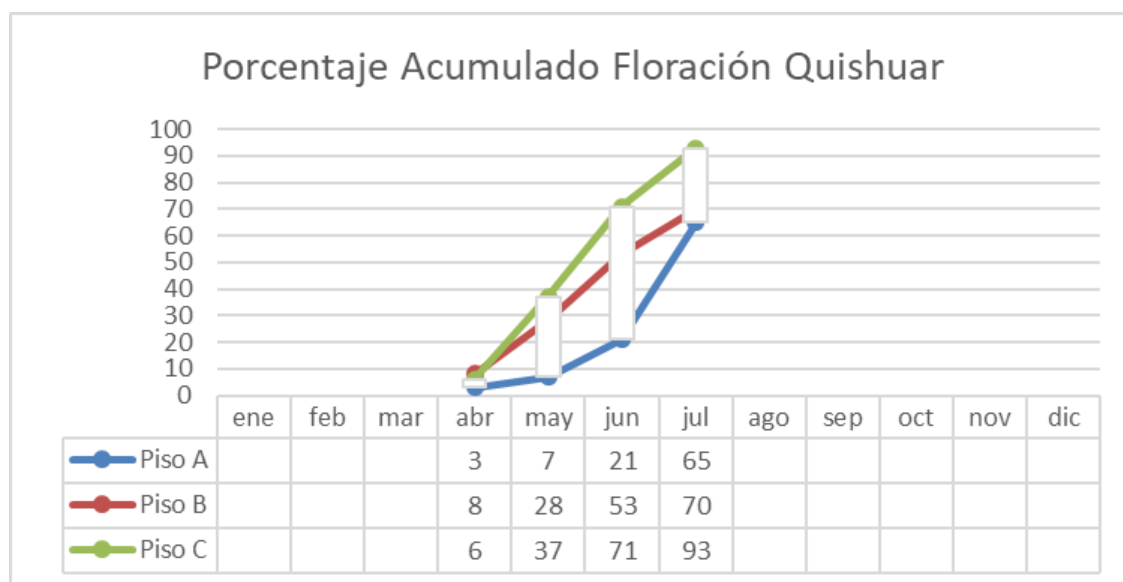
El análisis del porcentaje de Floración para el Quinuar o Yagual, determina que la presencia de predominancia de la floración fluctuó entre los meses de mayo a julio, presentando su menor presencia en el mes de mayo y su mayor floración en el mes de julio; evidenciándose que en el piso 3 la floración durante el período de análisis fue menor (32,66%) en comparación con el piso 2, que a su vez presentó una mayor floración (60,66%) en relación con el piso 1 (51,33%), circunstancia que se fundamenta en el hecho de que los valores de temperatura fueron incidentes en la floración del Quinuar o Yagual en el piso 2.

El porcentaje de Fructificación en el Quinuar o Yagual, establece que la presencia de predominancia de fructificación osciló entre los meses de julio a noviembre, presentando su menor fructificación en el piso 3 (17,33%) y su mayor fructificación en el piso 2 (33,20%). En relación al piso 2, se evidenció un comportamiento particular al iniciar su fructificación en julio y culminarla en

noviembre; situación que se explica en virtud de que valores altos de precipitación y heliofanía incidieron en el tiempo de fructificación del Quinuar o Yagual en el piso 2.

En base a lo planteado, se determinó que la especie forestal nativa Quinuar o Yagual (*Polylepis reticulata*), a nivel de la zona de estudio, presentó la mejor clase de sitio, para la obtención de porcentajes superiores de floración y de fructificación en el piso altitudinal 2, comprendido entre los 3400 a 3600 msnm.

- **Quishuar – *Buddleja incana***



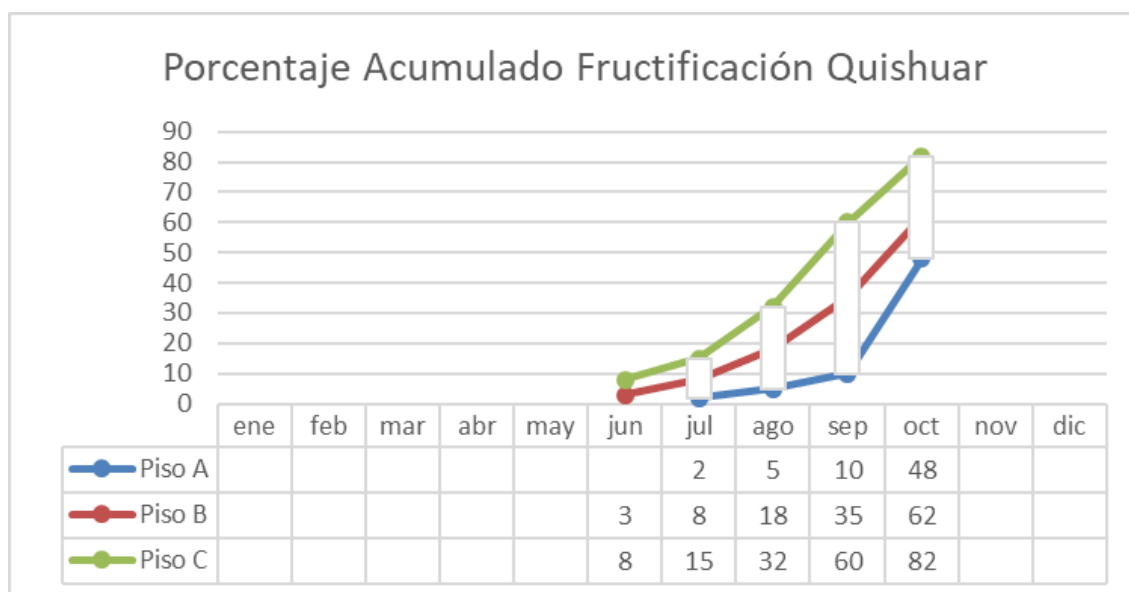


Figura 75: Valor obtenido en % de floración y fructificación de la especie forestal *Buddleja incana*

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

El análisis del porcentaje de Floración para el Quishuar, establece que la presencia de predominancia de la floración fluctuó entre los meses de abril a julio, presentando su menor presencia en el mes de abril y su mayor floración en el mes de julio, evidenciándose que en el piso 1 la floración durante el período de análisis fue menor (32%) en comparación con el piso 3 (51,75%), que a su vez presentó una mayor floración en relación con el piso 2 (39,75%); circunstancia que se fundamenta en el hecho de que los valores de temperatura fueron incidentes en la floración del Quishuar en el piso 3.

El porcentaje de Fructificación en el Quishuar, establece que la presencia de predominancia de fructificación osciló entre los meses de junio a octubre, presentando su menor fructificación en el piso 1 (16,25%) y su mayor fructificación en el piso 3 (39,49%). En relación al piso 1, se evidenció un comportamiento particular, al iniciar su fructificación en julio y culminarla en octubre; situación que se explica en virtud de que los valores de

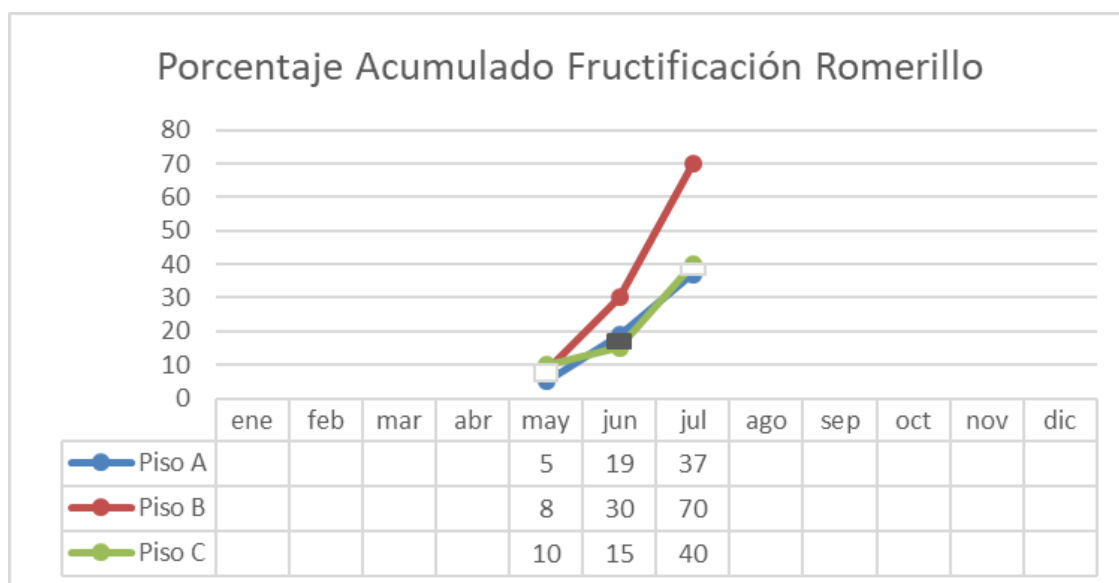


Figura 76: Valor obtenido en % en floración y fructificación de la especie forestal *Podocarpus oleifolius*

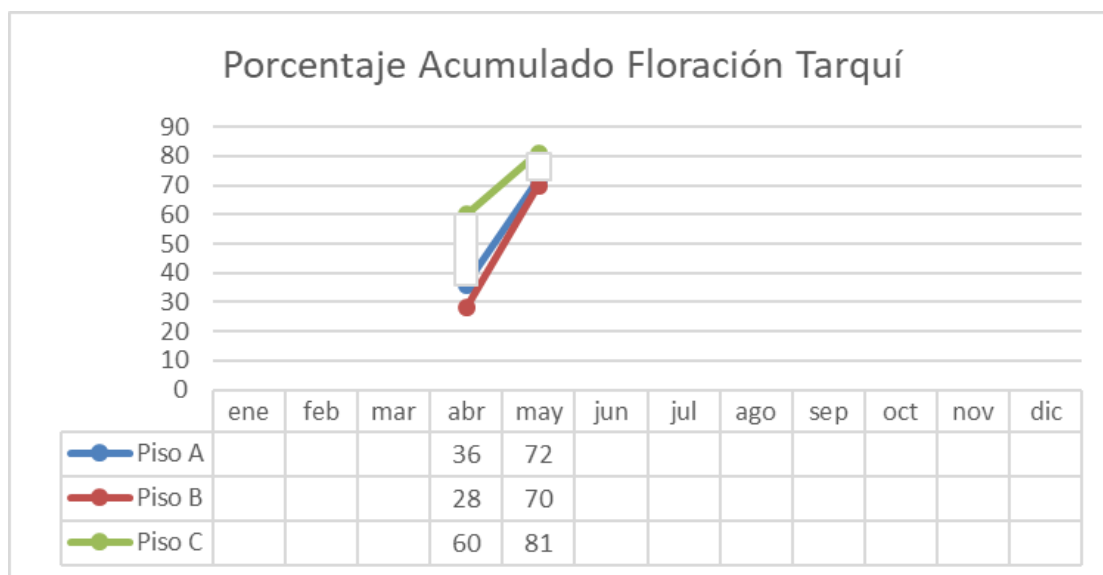
Fuente. Andrade Patricia, 2018.

El análisis del porcentaje de Floración para el Romerillo, establece que la presencia de predominancia de la floración fluctuó entre los meses de marzo a abril, presentando su menor presencia mensual de marzo y su mayor floración en la mensualidad de abril, evidenciándose que en el piso 1 la floración durante el período de análisis fue menor (38,50%) en comparación con el piso 2 (62%), que a su vez presentó una mayor floración en relación con el piso 3 (52,50%); circunstancia que se fundamente en el hecho de que los valores de temperatura fueron incidentes en la floración del Romerillo en el piso 2.

El porcentaje de Fructificación en el Romerillo, determina que la presencia de predominancia de fructificación osciló entre los meses de mayo a julio, presentando su menor fructificación en el piso 1 (20,33%) y su mayor fructificación en el piso 2 (36%). En tanto que el piso 3, presentó una fructificación del (21,66%), inferior a la del piso 2.

En base a lo planteado, se determinó, que la especie forestal nativa Romerillo (*Podocarpus oleifolius*), a nivel de zona de estudio, presentó la mejor clase de sitio para la obtención de porcentajes superiores de floración y de fructificación, en el piso altitudinal 2, comprendido entre los 3400 a 3600 msnm.

- **Tarqui o Borracho – *Hedyosmun luteynii todzia***



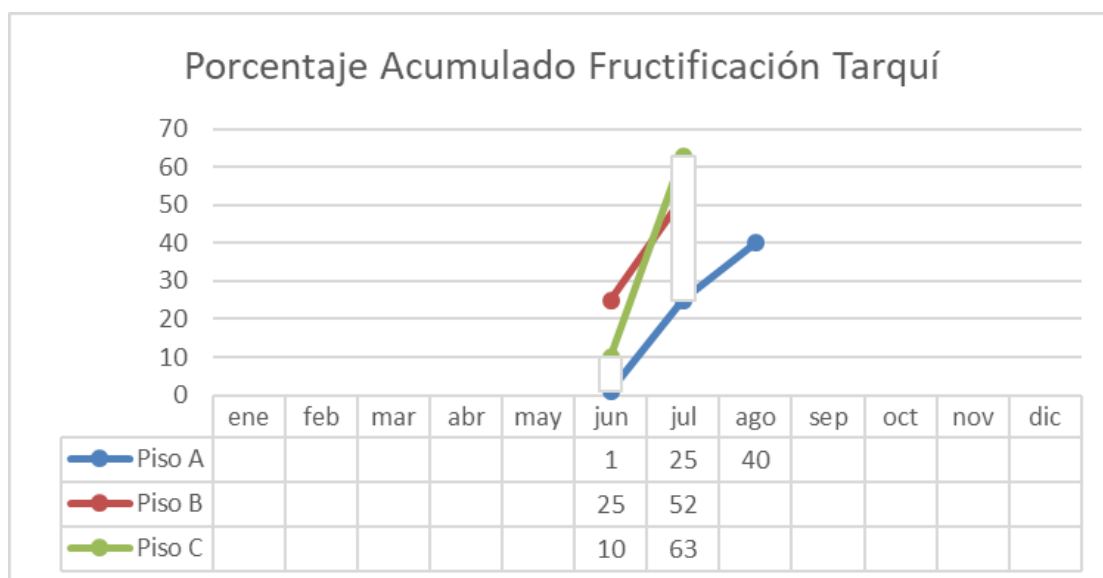


Figura 77: Valor obtenido en % en floración y fructificación de la especie forestal *Hedyosmun luteynii todzia*

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

El análisis del porcentaje de Floración en el Tarqui, establece que la presencia de predominancia de la floración fluctuó entre los meses de abril a mayo, presentando su menor presencia mensual de abril y su mayor floración mensual de mayo, evidenciándose que en piso 2 la floración durante el periodo de análisis fue menor (49%) en comparación con el piso 3 (70,50%), que a su vez presentó una mayor floración en relación con el piso 1 (54%); circunstancia que se fundamente en el hecho de que los valores de temperatura fueron incidentes en la floración del Tarqui en el piso 3.

El porcentaje de Fructificación en el Tarqui, establece que la presencia de predominancia de fructificación osciló entre los meses de junio a agosto, presentando su menor fructificación en el piso 1 (22%) y su mayor fructificación en el piso 2 (38,50%). En relación al piso 1, se evidenció un comportamiento particular, al iniciar su fructificación en junio y culminarla en

agosto; situación que se explica en virtud de que los valores promedio de precipitación, incidieron en el tiempo de fructificación del Tarqui en el piso 1.

En base a lo planteado, se determinó que Tarqui (*Hedyosmun luteynii todzia*) especie nativa forestal, a nivel zonal estudiada, presentó la mejor clase de sitio para la obtención de porcentajes altos de floración en el piso altitudinal 3, comprendido entre los 3600 a 3800 msnm, en tanto para la producción de porcentajes considerables de fructificación, el piso altitudinal 2, comprendido entre los 3400 a 3600 msnm, presentó los mejores resultados.

4.3.4. Resumen de resultados

Cuadro 124. Resumen de resultados obtenidos de la vinculación de la organografía con la fenología forestal de las especies estudiadas, en los diferentes pisos altitudinales.

Especie Forestal	Foliación			Floración			Fructificación			Semillación		
	Prueba de homogeneidad de varianzas	Prueba ANOVA	Prueba post hoc	Prueba de homogeneidad de varianzas	Prueba ANOVA	Prueba post hoc	Prueba de homogeneidad de varianzas	Prueba ANOVA	Prueba post hoc	Prueba de homogeneidad de varianzas	Prueba ANOVA	Prueba post hoc
Arrayan Hembra – (<i>Eugenia hali</i>)	0.371	0.796		0.052	0.042	Inferior al 5%	0.013	0.020	Inferior al 5%	0.007	0.000	Inferior al 5%
Pumamaqui macho – (<i>Oreopanax ecuadorensis</i>)	0.684	0.819		0.960	0.01	Inferior al 5%	0.002	0.062		0.051	0.001	Inferior al 5%
Quinual, Quinuar o Yagual – (<i>Polylepis reticulata</i>)	0.641	0.976		0.004	0.195		0.019	0.560		0.132	0.062	
Quishuar – (<i>Buddleja incana</i>)	0.875	0.365		0.491	0.181		0.162	0.139		0.011	0.000	Inferior al 5%
Romerillo, Sisino o Guavisay – (<i>Podocarpus oleifolius</i>)	0.690	0.796		0.517	0.092		0.590	0.416		0.283	0.000	Inferior al 5%
Tarqui o Borracho – (<i>Hedyosmum luteynii todzia</i>)	0.371	0.046	Inferior al 5%	0.008	0.285		0.011	0.151		0.439	0.002	Inferior al 5%

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

Cuadro 125. Resumen de resultados obtenidos de la determinación de la Correlación entre factores meteorológicos y las feno fases referidas a las 6 especies en estudio. Análisis de normalidad de las variables de Shapiro-Wilk.

Especie Forestal	Foliación			Floración			Fructificación			Semillación		
	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 1	Piso 2	Piso 3
Arrayan Hembra - <i>Eugenia halli</i>	0.609	0.110	0.169	0.481	0.200	0.430	0.248	0.200	0.221	0.412	0.781	0.501
Pumamaqui macho - <i>Oreopanax ecuadorensis</i>	0.149	0.272	0.163	0.064	0.414	0.367	0.579	0.085	0.009	0.655	0.447	0.352
Quinual, Quinuar o Yagual - <i>Polylepis reticulata</i>	0.182	0.168	0.603	0.199	0.543	0.694	0.088	0.106	0.483	0.284	0.479	0.782
Quishuar - <i>Buddleja incana</i>	0.155	0.863	0.833	0.099	0.575	0.287	0.002	0.099	0.118	0.962	0.340	0.708
Romerillo, Sisin o Guavisay - <i>Podocarpus oleifolius</i>	0.164	0.178	0.897	0.504	0.524	0.307	0.194	0.441	0.056	0.821	0.485	0.066
Tarqui o Borracho - <i>Hedyosmun luteynii todzia</i>	0.229	0.078	0.568	0.172	0.096	0.647	0.227	0.056	0.079	0.511	0.917	0.652

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

Cuadro 126. Resumen de resultados obtenidos de la determinación de la Correlación entre factores meteorológicos y las feno fases referidas a las 6 especies en estudio. Análisis de Correlación.

Especie Forestal		Foliación			Floración			Fructificación			Semillación		
		Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 1	Piso 2	Piso 3
Arrayan Hembra - <i>Eugenia halli</i>	Temperatura	0.495	0.313	0.194	0.804	0.814	0.779	-0.719	-0.630	-0.650	-0.878	-0.081	-0.153
	Precipitación	-0.560	-0.241	-0.370	0.040	-0.161	-0.331	-0.554	-0.791	-0.754	-0.285	0.291	0.703
	Heliofanía	0.537	0.512	0.749	0.493	0.550	0.564	-0.215	0.127	0.008	-0.379	-0.835	-0.606
Pumamaqui macho - <i>Oreopanax ecuadorensis</i>	Temperatura	-0.271	-0.486	-0.605	-0.229	0.793	0.692	-0.500	-0.478	-0.449	0.237	-0.709	0.564
	Precipitación	0.522	0.086	0.747	0.016	-0.165	-0.430	0.239	-0.861	-0.836	0.412	-0.395	-0.652
	Heliofanía	-0.564	-0.292	-0.731	-0.268	-0.187	0.354	-0.951	0.289	0.214	-0.296	0.767	0.647
Quinual, Quinar o Yagual - <i>Polylepis reticulata</i>	Temperatura	-0.147	0.183	0.131	0.467	0.807	0.841	-0.707	-0.526	-0.312	-0.248	-0.309	0.366
	Precipitación	-0.489	-0.585	-0.403	-0.521	-0.290	-0.320	0.851	0.772	0.790	0.336	-0.082	-0.411
	Heliofanía	0.156	0.134	0.064	0.088	-0.100	-0.267	0.66	0.778	0.905	0.386	0.544	0.807
Quishuar - <i>Buddleja incana</i>	Temperatura	-0.086	0.493	0.603	0.85	0.910	0.863	-0.578	-0.797	-0.779	0.233	-0.545	0.943
	Precipitación	-0.298	-0.024	0.437	-0.76	-0.694	-0.621	0.765	0.148	0.102	0.558	0.423	0.275
	Heliofanía	-0.244	-0.312	-0.622	0.315	0.198	0.111	0.745	0.649	0.497	-0.335	0.333	0.173
Romerillo, Sisin o Guavisay - <i>Podocarpus oleifolius</i>	Temperatura	-0.580	0.455	0.776	0.818	0.703	0.451	-0.259	-0.469	-0.375	0.353	-0.017	0.386
	Precipitación	0.157	-0.412	-0.660	-0.826	-0.531	-0.389	-0.653	-0.483	-0.670	0.398	0.585	0.737
	Heliofanía	-0.112	-0.499	0.005	0.682	0.514	0.514	-0.138	-0.225	-0.048	-0.942	-0.957	-0.859
Tarqui o Borracho - <i>Hedyosmun luteynii todzia</i>	Temperatura	0.152	0.159	-0.803	0.219	0.787	0.279	-0.568	-0.287	0.428	0.302	-0.211	0.886
	Precipitación	-0.045	-0.178	0.636	-0.623	-0.378	-0.662	-0.785	-0.867	-0.829	0.046	0.354	-0.297
	Heliofanía	0.377	0.066	0.042	0.200	0.248	-0.126	0.053	0.491	0.771	-0.804	-0.784	0.184

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

Cuadro 127. Resumen de resultados obtenidos del estudio de floración, fructificación y establecimiento de clases de sitio para las especies estudiadas.

Especie Forestal	Floración			Fructificación		
	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 1	Piso 2	Piso 3
Arrayan Hembra - <i>Eugenia halli</i>	16.33 %	52 %	50 %	9.33 %		53.33 %
Pumamaqui macho - <i>Oreopanax ecuadorensis</i>	21.33 %	44 %	61.50 %	19 %		39.50 %
Quinual, Quinuar o Yagual - <i>Polylepis reticulata</i>	51.33 %	60.66 %	32.66 %		33.20 %	17.33 %
Quishuar - <i>Buddleja incana</i>	32 %	39.75 %	51.75 %	16.25 %		39.49 %
Romerillo, Sisin o Guavisay - <i>Podocarpus oleifolius</i>	38.50 %	62 %	52.50 %	20.33 %	36 %	21.66 %
Tarqui o Borracho - <i>Hedyosmun luteynii todzia</i>	54 %	49 %	70.50 %	22 %	38.50 %	

Fuente. Andrade Patricia, 2018.

4.3.4. DISCUSIÓN

Según (Lomas, 2016), plantea que existen diferentes tipos de impactos ambientales que se puede presentar en los bosques, siendo causados por diferentes actividades que se desarrollen en el mismo y en los alrededores de las comunidades aledañas al bosque, como son: la apertura de caminos, que sirven para la comunicación entre comunidades cercanas al bosque, en donde la movilización se la hace por medio de caminatas ó a través de uso de animales de herradura, como lo son los caballos.

De acuerdo a (Abella, 2014), menciona que la sustitución de los ecosistemas naturales por plantaciones forestales a gran escala, provocan generalmente impactos ambientales y sociales negativos, disminuyendo de esta manera el rendimiento hídrico, la modificación de la estructura y la composición de los suelos, alteración de la abundancia y riqueza de la flora y la fauna.

Según (Franco, Clavijo, & Rojas John, 2018), manifiesta que los principales impactos ambientales que se presentan con frecuencia se originan por la reducción de la fertilidad del suelo, el aumento de la erosión y de la compactación del suelo, la pérdida de biodiversidad, disminución de las reservas de agua subterránea y del flujo superficial, el aumento del número y riesgo de incendios, Por esta razón se debería incluir disposiciones que sean necesarias para evitar que se pueda afectar los bosques forestales nativos.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO, 2015), menciona que la utilización de los bosques, puede tener repercusiones en el medio ambiente tanto a nivel del bosque como a nivel macro; ya que varias actividades pueden traer efectos negativos directos e indirectos sobre los recursos vegetales y animales, y sobre las funciones ecológicas de los bosques.

CONCLUSIONES

1. Unión fenológica forestal con la organografía de especies nativas forestales estudiadas, en pisos altitudinales diferentes.

El desarrollo y la resultante de la investigación, permitió determinar la vinculación existente entre la fenología vegetal con la organografía de especies nativas forestales estudiadas, a tres pisos comprendidos entre 3.200 a 3.800 msnm, en Jacarón, en sus bosques andinos nubosos. Estableció que, de las seis especies forestales estudiadas, las especies *Eugenia halli* (Arrayán), *Oreopanax ecuadorensis* (Pumamaqui), *Polylepis reticulata* (Quinual o Yagual), *Buddleja incana* (Quishuar) y *Podocarpus oleifolius* (Romerillo) en la fase fenológica foliación no presentan diferencia de organografía en los tres pisos altitudinales estudiados, en tanto que *Hedyosmum luteynii todzia* (Tarqui), establece una directa vinculación, al dar lugar a una mayor organografía en los pisos 2 o 3.

Eugenia halli y *Oreopanax ecuadorensis*, a nivel de la floración presentaron la mayor vinculación, evidenciándose en la presencia de valores más altos de organografía en los pisos de estudio 2 o 3; en tanto que las especies *Polylepis reticulata*, *Buddeja incana*, *Podocarpus oleifolius* y *Hedyosmum luteynii todzia* no evidenciaron diferencia de organografía en los tres pisos altitudinales analizados.

Para la fase fenológica fructificación, *Eugenia halli*, presentó la mayor vinculación a través de valores más altos de frutos en los pisos altitudinales 2 o 3; mientras que las cinco especies restantes *Oreopanax ecuadorensis*, *Polylepis reticulata*, *Buddleja incana*, *Podocarpus oleifolius* y *Hedyosmum luteynii todzia*, no presentaron diferencia de organografía en los 3 pisos estudiados.

La semillación, presentó vinculación con *Eugenia halli* (piso 3), *Oreopanax ecuadorensis* (piso 2), *Buddleja incana* (piso 2), *Podocarpus oleifolius* y *Hedyosmum luteynii todzia* (pisos de estudio 2 y 3), en donde se evidenciaron los mayores valores de organografía; en tanto que en la especie *Polylepis reticulata* no hubo diferencia de organografía en los tres pisos altitudinales analizados.

De acuerdo a lo planteado, en el piso altitudinal 3 (3600 a 3800 msnm), las especies forestales Quishuar, Arrayán y Pumamaqui, son las que se encuentran con mayor frecuencia. El Quinual o Yagual es la especie forestal que más abunda en el piso altitudinal 2 (3400 a 2600 msnm). Mientras que el Tarqui se ubica con mayor frecuencia en el piso de estudio 1 (3200 a 3400 msnm). Pudiéndose deducir entonces, que las especies forestales estudiadas en función al desarrollo de su organografía, han alcanzado un desarrollo adecuado en los pisos altitudinales estudiados.

2. Correlación entre los factores climáticos con las fases fenológicas de las seis especies forestales en los pisos en estudio.

La investigación desarrollada, establece la correlación existente entre los factores climáticos con las fases fenológicas de seis especies nativas con

tres pisos altitudinales estudiados, determinándose así, que en la fase fenológica foliación, los tres factores meteorológicos fueron incidentes en el comportamiento de cada especie vegetal. Es así que para la fase foliación, se evidenció una fuerte correlación con la heliofanía en el piso 3, positiva para *Eugenia halli* (Arrayán) y negativa para *Oreopanax ecuadorensis* (Pumamaqui) y para *Buddleja incana* (Quishuar). La especie *Polylepis reticulata* (Quinual) se correlacionó de manera inversa con la precipitación en el piso 2; en tanto que *Podocarpus oleifolius* (Romerillo) y *Hedyosmum luteynii todzia* (Tarqui), se correlacionaron con la temperatura en el piso 3, positiva para *Podocarpus oleifolius* (Romerillo) y negativa para *Hedyosmum luteynii todzia* (Tarqui).

Para la floración se evidencia una correlación positiva con el factor meteorológico temperatura en las seis especies analizadas, siendo incidente en el Arrayán y Quishuar en los pisos 1, 2 y 3; para el Pumamaqui y Quinual en los pisos 2 y 3, Romerillo en los pisos 1 y 2 y para el Tarqui en el piso altitudinal 2.

La fase fenológica fructificación se correlacionó con los tres factores climáticos analizados. Las especies forestales Arrayán y Pumamaqui se correlacionaron negativamente con la precipitación en los pisos 2 y 3, el Romerillo en el piso 1 y el Tarqui en los pisos 1, 2, 3. Por su parte presentaron correlación positiva con la precipitación, el Quinual en los pisos 1, 2, 3 y el Quishuar en el piso 1. La heliofanía se correlacionó positivamente con el Quinual en los tres pisos estudiados y con el Quishuar en el piso 1, mientras que con el Pumamaqui presentó una correlación inversa en el piso 1. Así también el Quinual y el Quishuar se correlacionaron con la temperatura, el Quinual de manera positiva y el Quishuar de manera negativa en los pisos 1, 2 y 3.

La semillación estuvo fuertemente correlacionada con la heliofanía y la temperatura. Presentando así correlación positiva con la heliofanía el

Pumamaqui en el piso 2, Quinual en el piso 3 y Romerillo en los pisos 1, 2 y 3; mientras que se correlacionaron negativamente con la heliofanía el Arrayán en el piso 2 y el Tarqui en los pisos 1 y 2. Por su parte la temperatura se correlacionó positivamente con el Quishuar en el piso 3 y negativamente con el Arrayán en el piso 1 y con el Tarqui en el piso 3.

En base a lo establecido, la temperatura depende directamente de la altitud, en donde interviene de forma directa en la formación y cuajamiento de yemación foliar, demostrándose en especies como Romerillo, Pumamaqui, Arrayán y Quishuar; se puede conseguir gran masa foliar en su primer piso altitudinal. En las especies forestales Tarqui y Quinual su foliación posee gran incidencia en su segundo piso altitudinal.

Tomando en consideración los análisis planteados, se puede concluir que los factores meteorológicos temperatura, precipitación y heliofanía, que han determinado los diferentes pisos altitudinales, influyen de manera significativa en cada una de las fases fenológicas; principalmente en las fases de floración y fructificación, haciendo énfasis a partir de los 3400 msnm.

3. Estudio de las especies forestales nativas y establecimiento de clases de sitio.

El estudio de las seis especies forestales dominantes del bosque de Jacarón, permitió establecer de manera clara, las clases de sitio idóneas para la obtención de valores considerables de desarrollo organográfico a nivel de floración y fructificación de las especies, lo que se traduce a una mayor densidad poblacional en la zona de estudio.

Para la especie *Eugenia halli* (Arrayán), la mejor clase de sitio para la obtención de porcentajes elevados de floración se ubica en el piso 2 (3400 a 3600 msnm), mientras que el mejor fructificación la alcanza en el piso 3 (3600 a 3800 msnm).

Las especies *Oreopanax ecuadorensis* (Pumamaqui) y *Buddleja incana* (Quishuar), determinan su mejor clase de sitio para la floración y fructificación en el piso 3. En tanto que *Polylepis reticulata* (Quinual o Yagual) y *Podocarpus oleifolius* (Romerillo), presentan su clase de sitio idónea en el piso 2.

Hedyosmum luteynii todzia (Tarqui), por su parte, determina como clase de sitio para obtención de floración al piso 3, mientras que para el fructificación el piso 2, generó los mejores resultados.

4. Identificación de los principales impactos ambientales encontrados en el bosque de Jacarón.

Debido a las necesidades que existen por parte de las comunidades aledañas al bosque de Jacarón, las especies forestales, dadas sus características de uso, han sido sujetas a explotación, ya sea, por su madera para la construcción de las viviendas ó para la elaboración de artículos de artesanía; situación que ha determinado, que hoy en día sean consideradas como especies con amenaza de extinción a nivel local.

Es así como, entre los principales impactos ambientales que se presentan con frecuencia en el bosque estudiado, se originan en su gran mayoría, por la reducción de la fertilidad del suelo, el aumento de la erosión y

compactación del suelo, la pérdida de biodiversidad, disminución de las reservas de agua subterránea y del flujo superficial, aumento del número en el riesgo de incendios y el problema latente de extinción de especies que tienen eminente vocación de protección del ambiente., Se hace necesario por tanto, incluir disposiciones y normativas legales ambientales, que sean aplicadas, con el fin de evitar y limitar la afectación a los bosquetes forestales nativos.

RECOMENDACIONES

Enfatizar investigaciones con relación a diversas especies nativas forestales con su comportamiento en varios años de estudio, ya que existen investigaciones con variaciones diversas en su entorno y con el cambio climático en el que se encuentren sometidas.

Motivar investigaciones en diversas áreas que permitan recopilar información con fenología de especies nativas forestales en páramos nubosos, asegurando condiciones de desarrollo abiótico y definiendo los factores ambientales que se encuentren limitando la zona de estudio.

Alcanzar un interés de las personas en relación a los múltiples estudios que se pueden encontrar en varias instituciones privadas como en públicas, en academias y establecimiento con temarios masivos en fomento forestal con estas especies, las mismas que ya se conoce su producción, consecuencia, tiempo de obtención de material germoplásmico que sustente la formación de bosques puros con estas especies, justificando su inclusión en programas de incentivos ambientales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, M. (1960). *Bibliografía biológica, botánica, forestal, agrícola y conservacionista*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Ciencias Naturales. Obtenido de <https://www.worldcat.org/title/bibliografia-biologica-botanica-forestal-agricola-y-conservacionista-del-dr-m-acosta-solis-1930-1960/oclc/551495513?referer=di&ht=edition>
- Alcántara, R. (1987). Fenología y Cambios Estacionales. Traducción libre de Phenology and Seasonal Changes. Notas de clase para Fenología Agrícola y Agrometeorología.
- Alcántara, R. A. (1987). *Fenología y Cambios Estacionales. Traducción libre de Phenology and Seasonal Changes. Notas de clase para Fenología agrícola y Agrometeorología, Chapingo, México*. México.
- Andrade, P., Ibáñez, M., & Lema, M. (agosto de 2018). Levantamiento de la línea base ambiental del bosque de Jacarón, Colta, Chimborazo, Ecuador. *Polo del Conocimiento - Revista multidisciplinar de innovación y estudios aplicados. Artículos científicos, de revisión, casos clínicos*, 3(8), 670-684. Obtenido de <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/741/html>
- Benenaula. (2007). *TAXONOMÍA_Quishuar*. Obtenido de https://taxonomiablo.blog.ups.edu.ec/tax_quishuar_sangay/
- Borja, C., & Lasso, S. (1990). Plantas nativas para reforestación en el Ecuador (native plants for reforestation in Ecuador). Quito, Ecuador: Fundacion Natura - AID - EDUNAT III. Obtenido de <http://reforestation.elti.org/resource/216/>

- Burbano, A., Apugllón, S., & Burbano-Salas, D. (2015). *Inventario dendrológico del ecosistema de bosque Jacarón, cantón Colta, provincia de Chimborazo, Ecuador*. Obtenido de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/11382>
- Burbano, D., & Ibañez, M. (2017). *Técnicas efectivas de conservación ex situ del germoplasma forestal nativo representativo del Bosque de Jacarón*. Lima. Obtenido de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/7075>
- Bussmann, R. (2005). Bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso. *Revista Peruana de Biología*, 12(2), 1-14. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332005000200006
- Calvas, B. (2018). *Compendio de información de especies de árboles nativos en la Provincia de Loja, Ecuador*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Bernd_Stimm/publication/329450932_NUEVOS_BOSQUES_PARA_ECUADOR_Serie_de_Reportes_Tecnicos_en_el_Proyecto_DFG_Facilitation_of_Biodiversity_by_Shelter_Effects_of_Pinus_patula_and_Alnus_acuminata_in_Montane_Ecosystems_of_S
- Caranqui, J. (2014). *Árboles y arbustos nativos potenciales para reforestación en la Sierra Central, Ecuador*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/234592653.pdf>
- Carrillo, C., & Mosquera, T. (2016). *Evaluación antimicótica de extracto y aceite esencial de pumamaqui*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13243/6/UPS-QT11098.pdf>
- Cevallos, M., & Montesinos, J. (2018). *Análisis enantiomérico y olfatométrico del aceite esencial de la planta Hedyosmum purpurascens con flores femeninas en la provincia de Loja*. Loja. Obtenido de <http://dspace.utpl.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/20.500.11962/22923/>

Cevallos%20Lude%C3%B1a%2C%20Mar%C3%ADa%20Bel%C3%A9n.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Collaguazo, E., Araujo, L., & Lucena, M. (2019). *Actividad antibacteriana del aceite esencial de Hedyosmum sp. del bosque natural Jacarón, Provincia de Chimborazo. Octubre 2018 - febrero 2019*. Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5533/1/UNACH-EC-FCS-LAB-CLIN-2019-0002.pdf>

Costas, G. (2014). *Sinecología*. Obtenido de <https://cienciaybiologia.com/sinecologia/>

Cunalata, G., & Pomboza, P. (2014). *EVALUACIÓN DE CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS EN TRES PISOS ALTITUDINALES CON LA UTILIZACIÓN DE 2 BIOESTIMULANTES PARA PROPICIAR UNA REVEGETACIÓN ECOLÓGICA*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7558/1/tesis-020%20Maestr%C3%ADa%20en%20Agroecolog%C3%ADa%20y%20Ambiente%20-%20CD%20243.pdf>

ESPOCH. (2015). Estación agrometeorológica ESPOCH. Obtenido de <https://www.esPOCH.edu.ec/index.php/estaci%C3%B3n-meteorol%C3%B3gica.html>

ESPOCH. (2016). Estación Agrometeorológica. Obtenido de <https://www.esPOCH.edu.ec/index.php/estaci%C3%B3n-meteorol%C3%B3gica.html>

ESPOCH. (2017). Estación agrometereológica. Obtenido de <https://www.esPOCH.edu.ec/index.php/estaci%C3%B3n-meteorol%C3%B3gica.html>

Fournier, L., & Charpantier, C. (1978). *El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. Cespadesia Suplemento 2 (Vol. VII)*.

Franco, N., Clavijo, c., & Rojas John. (2018). *PLAN DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DEL Podocarpus oleifolius D. Don ex Lamb (pino*

- colombiano) en la Jurisdicción CAR. Obtenido de <https://www.car.gov.co/uploads/files/5b9038b2096ac.pdf>
- Garin, F. (2014). *Arboles de los ecosistemas forestales andinos* . Obtenido de https://issuu.com/heliconus/docs/arboles_de_los_ecosistemas_forest al
- Infoagro. (2017). LA FENOLOGÍA COMO HERRAMIENTA EN LA AGROCLIMATOLOGÍA. 1-25. Obtenido de <https://www.infoagro.com/frutas/fenologia.htm#>
- Jácome, J. (2012). *Establecimiento, inducción y evaluación a callogénesis in vitro de meristemas apicales de árboles jóvenes de romerillo*. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5668/1/T-ESPE-033915.pdf>
- Jaramillo, K. (2013). *EVALUACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO PARA LA MICROPROPAGACIÓN DE ARRAYÁN (Myrcianthes hallii) (O. Berg) Mc Vaugh. QUITO, PICHINCHA*. Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1103/1/T-UCE-0004-17.pdf>
- Jiménez, P., Barrera, P., Huachi, L., Vera, A., & Caicedo, C. (marzo de 2020). Propagación in vitro de Quishuar (buddleja incana ruíz&pav). *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 31(1), 1-11. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-85962020000100061
- Ledesma, G. (2010). *Evaluación de tres tratamientos pregerminativos con cuatro tipos de sustrato para la propagación de Pumamaqui (Oreopanax ecuadorensis Kunt)*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/716/1/33T0072.pdf>
- Llanga, B., & Abdo, S. (2014). *DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LOS EXTRACTOS DE QUISHUAR (Buddleja incana), ALISO (Alnus acuminata) Y ROMERILLO (Hypericum laricifolium) LOCALIZADOS EN 3 ZONAS GEOGRÁFICAS DIFERENTES*. Obtenido de

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3427/1/56T00446.pdf>

- Molina, M. (2008). *Variación de la pubescencia foliar en plantas y sus implicaciones funcionales a lo largo de gradientes altitudinales*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/39439859_Variacion_de_la_pubescencia_foliar_en_plantas_y_sus_implicaciones_funcionales_a_lo_largo_de_gradientes_altitudinales
- Nicholls, J. (2008). *Agroecología*. Obtenido de <https://doi.org/10.1111/j.1440-1843.2008.01248.x>
- Ochoa, S., Pérez, I., & De Jong, B. (Junio de 2008). Fenología reproductiva de las especies arbóreas del bosque tropical de Tenosique, Tabasco, México. *Revista de Biología Tropical*, 56(2), 1-17. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442008000200020
- Ochoa-Gaona, S., Pérez Hernández, I., & De Jong, B. H. (2008). Fenología reproductiva de las especies arbóreas del bosque tropical de Tenosique, tabasco, México. *Biología Tropical*, 56(2), 657-673.
- Ordoñez, L. A. (2004). *Manejo de Semillas Forestales Nativas de la Sierra del Ecuador y Norte del Perú*. Quito-Ecuador: ECOPAR- FOSEFOR-SAMIVI. Obtenido de <http://bibliotecas.esPOCH.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=25127>
- Ortega, C., & Guanuche, S. (2016). *Fenología de seis especies forestales y calidad de semillas en dos bosques altoandinos del Macizo del Cajas, provincia del Azuay*. Cuenca. Obtenido de <http://192.188.48.14/bitstream/123456789/25545/1/Tesis.pdf.pdf>
- Pauta, L., & Loyola, J. (2016). *Cálculo del índice de biodiversidad de especies florística en el bosque protector Aguarongo*. Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/11887/1/UPS-CT005645.pdf>

- Pinos, J., Hampel, H., & Gracia, C. (2015). *"BIOMASA FOLIAR, DESFRONDE Y DESCOMPOSICIÓN DE LA HOJARASCA EN LOS RODALES DE *Polylepis reticulata* DEL PARQUE NACIONAL CAJAS.* Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21217/1/TESIS.pdf>
- Prado, L., & Valdebenito, H. (2000). *Contribución a la fenología de especies forestales nativas andinas de Bolivia y Ecuador.* Quito: Intercooperation. Obtenido de <https://www.worldcat.org/title/contribucion-a-la-fenologia-de-especies-forestales-nativas-andinas-de-bolivia-y-ecuador/oclc/53009269>
- PUCE. (2018). *Libro Rojo de las plantas endémicas del Ecuador.* Obtenido de <https://bioweb.bio/floraweb/librorojo/home>
- Rodríguez, C., Chalala, M., Fuentes, V., Hecheverría, I., Carballo, C., & Núñez, R. (2005). Fecha y distancia de plantación del Romerillo blanco [*Bidens alba* var. *radiata* (Sch. Bip.) Ballard]. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 1-6. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962005000200011
- Romoleroux, K. (2017). *Polylepis reticulata. Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador.* Obtenido de <https://bioweb.bio/floraweb/librorojo/FichaEspecie/Polylepis%20reticulata>
- Saravia, G., & Vintimilla, D. (2016). *ACTIVIDAD VEGETATIVA, TASAS DE CRECIMIENTO Y ESTIMACIÓN DE LA EDAD DE LOS INDIVIDUOS EN LOS RODALES DE POLYLEPIS RETICULATA DEL PARQUE NACIONAL CAJAS.* Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23921/1/tesis.pdf>
- Tiupul, P., & Arévalo, M. (2018). Estación agrometeorológica - Anuario climatológico. 1-19. Obtenido de www.esPOCH.edu.ec/ANUARIO_CLIMATOLOGICO_2018.pdf

- Torres, R. E. (1995). *Agrometeorología*. México: Trillas, S.A.
- Torres, S., Tovar, M., García, V., Lucena, M., & Araujo, L. (2018). Composición química del aceite esencial de las hojas de *Hedyosmum luteynii* Todzia (Chloranthaceae). *Revista peruana de biología*, 1-6. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v25n2/a12v25n2.pdf>
- Triola, M. (2009). *Estadística*. Obtenido de <https://www.uv.mx/rmipe/files/2015/09/Estadistica.pdf>
- Urrego, L. E., & Valle, J. I. (2001). *Relación fenología-clima de algunas especies de los humedales forestales (guandales) del pacífico sur colombiano* (Vol. 26). Interciencia.
- Vázquez, J. (2011). *Pumamaqui: características, hábitat, ecología y usos*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/pumamaqui-oreopanax/#:~:text=Distribuci%C3%B3n%20y%20h%C3%A1bitat,-Oreopanax%20ecuadorensis%20Pumamaqui&text=Se%20ubica%20en%20la%20cordillera,norte%20de%20la%20regi%C3%B3n%20andina>.
- Vera, A., Morocho, S., & Cumbicus, N. (2013). *Caracterización de hábitat y distribución geográfica del Hedyosmum scabrum*. Loja. Obtenido de <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/7989/3/Vera%20Vera%20Ana%20Karina.pdf>
- Vílchez, B., Chazdon, R. L., & Brenes, Á. R. (2004). Fenología reproductiva de cinco especies forestales del bosque secundario tropical. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 1(2), 1-10.
- Vílchez, B., Chazdon, R., & Redondo, Á. (2004). Fenología reproductiva de cinco especies forestales del Bosque Secundario Tropical. *Revista Forestal Mesoamerica Kurú*, 1(2), 1-10. Obtenido de <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/568>
- Volpe, C. A. (1992). *Citrus Phenology*. In: *Proceedings of the Second International Seminar on Citrus Physiology*.

Yánez González. (2011). *Clasificación taxonómica de especies vegetales - Taxonomía Pumamaqui*. Obtenido de https://taxonomiabio.blog.ups.edu.ec/tax_puma-maqui_sangay/

Yépez, E., & Vizcaíno, M. (2016). *PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE Podocarpus oleifolius D. Don ex Lamb MEDIANTE ESQUEJES EN SANTA MARTHA DE CUBA, PROVINCIA DEL CARCHI*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5715/1/03%20FOR%202229%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

ANEXOS

Anexo A: Registro Fotográfico



Anexo B: Criterios respecto a la Vulnerabilidad y estado poblacional de las especies forestales en estudio.

Las seis especies seleccionadas forman parte de un dosel de especies forestales nativas del páramo nuboso andino de Jacarón, siendo éste, considerado como una de las últimas reservas de bosque andino en Chimborazo. Por otra parte, el valor económico, ecológico, social y cultural de cada de ellas; así como el hecho de que son especies que se encuentran en eminente peligro de extinción; fueron los aspectos que se consideraron para fueran escogidas para la presente investigación, sobre todo tomando en cuenta su vulnerabilidad y su estado poblacional.

Especies Forestales	Aspecto Económico social	Aspecto Ambiental	Uso	Peligro de extinción	Vulnerabilidad	Estado Poblacional
"Pumamaqui" (<i>Oreopanax ecuadorensis</i>)	Madera utilizada para la realización de cucharas, bateas, juguetes de madera, cajas, cabos de escobas, postes de cercas, para ornamentar y como combustible. Posee propiedades medicinales para lavar heridas, fracturas, salpullidos, granos y otros (Rodríguez, y otros, 2005).	En agroforestería la planta se aprovecha para la formación de cercas vivas, protección de cuencas hidrográficas y recuperación de suelos (Yépez & Vizcaíno, 2016).	El tallo se utiliza en la construcción de viviendas, cercas y además para elaborar vigas, postes de alumbrado, duelas, cucharas, bateas, estribos de monturas e instrumentos de labranza. Las hojas sirven para tapar el fermento de la chicha de jora. La planta	Han sido muy explotados en muchas partes y por estas razones son ahora espécimen raros en muchas partes y amenazado de la extinción a nivel local (Collaguazo, Araujo, & Lucena, 2019).		

			entera se usa como combustible (Pinos, Hampel, & Gracia, 2015).			
“Quishuar” (<i>Buddleja incana</i>)	Se emplea en carpintería y construcción, en puertas, ventanas, vigas, dinteles, y en la elaboración de herramientas agrícolas (Caranqui, 2014).	Barreras rompe vientos, ornamental, y medicinal (Caranqui, 2014).	Madera muy cotizada, ya que se vuelve muy dura y no se pudre al estar sumergida en agua, se utiliza su madera para la elaboración de arandos, timones, yugos, cabos de azadón, postes, estacas, puentes, compuertas y artesanías, se emplea a su vez en la construcción de viviendas y corrales (Vázquez, 2011).		Especie forestal nativa del callejón interandino, es un árbol de lento crecimiento, que posee gran capacidad de rebrote al ser ramoneado por los animales y cortado para leña; es una de las 51 especies nativas que actualmente se hallan en peligro de extinción (Jácome, 2012).	
“Romerillo” (<i>Podocarpus oleifolius</i>)	Posee una gran cantidad de usos, como la fabricación de muebles, puertas, pisos,	Puede servir como protección para pequeñas plantas asociadas en su estado inicial de crecimiento, también se	Ha sido considerada de gran potencial como materia		Especie clasificada como vulnerable	

	encofrado, ventanas, estructuras aéreas, carpintería, contrachapados y molduras (Pauta & Loyola, 2016)	presta para la formación de cortinas rompe viento bajas y es incluso una planta ornamental. Sus tallos y ramas son usados como leña por soportar las heladas, este arbusto es valioso para crear biomasa en las tierras altas, recomendada para la recuperación y colonización de suelos erosionados (debido a su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico), protección de cuencas hidrográficas, de fauna silvestre, biodiversidad y proveedor de calidad escénica (Prado & Valdebenito, 2000)	prima para la fabricación de papel, las hojas se utilizan en emplastados curan golpes leves y la gripe mediante infusiones (Vera, Morocho, & Cumbicus, 2013).		(VU), debido a la deforestación y la excesiva explotación de su madera sin reponer los ejemplares talados (Infoagro, 2017).	
“Tarqui” (<i>Hedyosmum luteynii todzia</i>)	Una planta usada por su valor medicinal en su mayoría Su tallo y sus ramas se emplean para hacer carbón (Urrego & Valle, 2001).	Ampliamente distribuida entre 1600 y 3000m de altitud, es una especie facilitadora que atrae a dispersores de semillas y polinizadores (Jaramillo, 2013).	Propiedades medicinales conferidas a este género son ancestrales, sus hojas frescas y maduras han sido utilizadas en forma de infusión para controlar afecciones de salud relacionadas al tracto digestivo			

			(Benenaula, 2007).			
“Quinual” (<i>Polylepis reticulata</i>)	Constituye la materia prima para elaborar materiales para arado, cabos de herramientas, muebles, cucharas, su madera es muy cotizada para el manejo de artesanías (Franco, Clavijo, & Rojas John, 2018).	Se usa como barrera contra vientos sombra para animales, protección de vertientes, enriquecimiento de chaparros, protección contra heladas (Ledesma, 2010).	Su tallo es altamente usado para la elaboración de leña / carbón y combustibles lo que lo ha puesto en un estado de vulnerabilidad (Llanga & Abdo, 2014).			
“Arrayán” (<i>Eugenia halli</i>)	Las hojas sirven como medicina, genera y mantiene el calor para parto, baño, para preparar alimentos, la madera sirve para hacer yugo, mangos de herramientas y carbón (Nicholls, 2008).	Ideal para establecerlo en las veredas, parques o jardines como árbol ornamental (Costas, 2014).	Se utiliza por sus propiedades astringentes, antisépticas, balsámicas y hemostáticas, en infusiones, decocciones y productos cosméticos, también ha sido utilizado para el tratamiento de diabetes (Torres, Tovar, García, Lucena, & Araujo, 2018)		La propagación de esta especie resulta difícil, ya que según Ramírez y Romero (1980), las semillas son extremadamente sensibles a la sequedad, perdiendo su capacidad de germinar en pocas semanas, factor que	

					dificulta su propagación. Así también, resulta complicado encontrar ejemplares de la especie con características agronómicas deseables; ya que, según Loján (1992), en el Ecuador es una especie que está en peligro de extinción debido a su explotación para materia prima y combustible (Molina, 2008).	
--	--	--	--	--	---	--

Fuente. Autora, 2021.

Anexo C: Plan de Acción para la Gestión de Impactos Ambientales.

Acción	Objetivos	Responsables	Tiempo
Establecimiento de marco legal y control para la conservación de especies forestales en peligro.	Conservación de especies forestales nativas pertenecientes al bosque de Jacarón.	• MAAE (Ministerio de Ambiente) • Municipios	Inmediato
Actualización de catastro de fuentes de contaminación (todo tipo)	Prevenir la presencia de contaminación de aire, suelo, agua, por causa de la presencia de los moradores aledaños al sector.		Corto Plazo
Remanentes de bosques nativos pasados a categoría de bosques protectores.	Proteger las especies forestales existentes y que se encuentren en peligro de extinción en el bosque de Jacarón.		Inmediato

Mejorar la disponibilidad de información sobre los recursos forestales y el acceso a la misma.	Establecer y fortalecer el sistema de evaluación, caracterización y seguimiento de los recursos forestales.	• MAAE • Municipios • Comunidades aledañas al bosque	Largo Plazo
	Elaborar un sistema para la evaluación y gestión de conocimientos sobre los recursos forestales.		Largo Plazo
Utilización sostenible de los recursos forestales	Promover la restauración y rehabilitación de los ecosistemas que han sido afectados por causa del mal manejo hacia los recursos.		Largo Plazo
Protocolos de manejo y conservación para especies forestales nativas	Establecer un sistema local de monitoreo forestal para especies relevantes	• MAAE • Municipios	Largo Plazo
Conservación de áreas con especies forestales de alto valor de conservación	Implementar un programa de sondeo botánico, inventarios forestales y catastro forestal específico.	• MAAE • Municipios	Largo Plazo

	Mejorar las condiciones ecológicas adecuadas para el mejoramiento de las poblaciones de especies forestales en bosques.		Largo Plazo
	Mejorar el conocimiento entre actores claves sobre la biología, ecología, genética de especies relevantes que se encuentren presentes en los bosques.		Inmediato
	Dar a conocer al público sobre información de investigaciones relacionadas con temas relevantes existentes en los bosques.		Inmediato

Fuente. Autora, 2021.

Anexo D: Ficha de registro de especies forestales

1. UBICACIÓN		2. DATOS GENERALES	
1.1 Provincia: Chimborazo		Nombre común: Pumamaqui	
1.2 Cantón: Colta		Nombre científico: <i>Oreopanax ecuadorensis</i>	
1.3 Parroquia: Juan de Velasco		Familia: Araliaceae	
 Imagen 1. Especie Pumamaqui en desarrollo. Fuente. Andrade Patricia, 2018.			
3. CARACTERÍSTICAS			
3.1 Tipo de planta			
X	Arbórea		Arbustiva
			Herbácea
			Epífita
3.2 Distribución			
	Cosmopolita		Endémica
		X	Nativa
3.3 Utilidad			
X	Ornamental	X	Industrial
			Medicinal
		X	Alimentación
3.3.1. Detalle: El tallo se utiliza en la construcción de viviendas, cercas y además para elaborar vigas, postes de alumbrado, duelas, cucharas, bateas, estribos de monturas e instrumentos de labranza. Las hojas sirven para tapar el fermento de la chicha de jora. La planta entera se usa como combustible.			
4. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA			
Tallo	Tiene forma cilíndrica, mide entre 10 y 15 metros de altura y su DAP es de 25 a 35 cm		
Hojas	Son simples pecioladas de color verde, miden entre 10 y 15 cm, con su borde dentado, base con nervadura palmatinervada		

Flor	Se encuentran en racimos terminales de 15 a 5 cm, con su pedúnculo de 1 a 2,5 cm		
Hábitat	Generalmente se los puede encontrar a 3200 y 4000 m.s.n.m. en bosques andinos y alto andinos.		
5. ESTADO DE CONSERVACIÓN UICN			
	Extinto (EX)		En peligro (EN)
	En peligro crítico (CR)		Casi amenazado (NT)
X	Vulnerable (VU)		Datos insuficientes (DD)
	Preocupación menor (LC)		5.1 Observaciones: Según la lista roja de especies de la UICN, esta especie se encuentra en estado vulnerable.
	No evaluado (NE)		
	Extinto en estado silvestre (EW)		
6. DATOS DE REGISTRO			
Registrado por: Andrade Patricia			

Fuente. Autora, 2021.

1. UBICACIÓN	2. DATOS GENERALES
1.1 Provincia: Chimborazo	Nombre común: Quishuar
1.2 Cantón: Colta	Nombre científico: <i>Buddleja incana</i>
1.3 Parroquia: Juan de Velasco	Familia: Bidlejaceae
 Imagen 2. Latizal de árboles de Quishuar. Fuente. Andrade Patricia, 2018.	
3. CARACTERÍSTICAS	

3.1 Tipo de planta							
X	Arbórea		Arbustiva		Herbácea		Epífita
3.2 Distribución							
	Cosmopolita			Endémica	X	Nativa	
3.3 Utilidad							
X	Ornamental	X	Industrial		Medicinal		Alimentación
3.3.1 Detalle: Madera muy cotizada, ya que se vuelve muy dura y no se pudre al estar sumergida en agua, se utiliza su madera para la elaboración de arandos, timones, yugos, cabos de azadón, postes, estacas, puentes, compuertas y artesanías, se emplea a su vez en la construcción de viviendas y corrales.							
4. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA							
Tallo	Llegará aproximadamente a medir entre los 8 metros y los 12 metros de altura, el diámetro del pecho (DAP) llega a los 50 centímetros hasta un metro de altura.						
Hojas	Son gruesas de color verde, con un envés pubescente de color blanco y cubierta por diminutos pelos suaves al tacto, miden entre los 13 y 15 cm de largo y 2,3 a 5 cm de ancho, posee un borde finamente dentado						
Flor	Son pequeñas hermafroditas de color amarillo-anaranjado, agrupadas en racimos entre 15-40 flores.						
Fruto	Lo encontramos en forma de cápsula, drupa o baya, dependiendo de su especie. Pero normalmente se lo encuentra de forma ovoide y pequeño de longitud entre 5-6 mm, con gran cantidad de semillas diminutas aproximadamente entre unos diez millones por kilogramo.						
Hábitat	Se pueden desarrollar entre los 2300 y 3400 m.s.n.m, con una temperatura entre los 2 °C y 18 °C.						
5. ESTADO DE CONSERVACIÓN UICN							
	Extinto (EX)				En peligro (EN)		
	En peligro crítico (CR)				Casi amenazado (NT)		
X	Vulnerable (VU)				Datos insuficientes (DD)		
	Preocupación menor (LC)						

	No evaluado (NE)		5.1 Observaciones: Según la lista roja de especies de la UICN, esta especie se encuentra en estado vulnerable.
	Extinto en estado silvestre (EW)		
6. DATOS DE REGISTRO			
Registrado por: Andrade Patricia			

Fuente. Autora, 2021.

1. UBICACIÓN				2. DATOS GENERALES			
1.1 Provincia: Chimborazo				Nombre común: Romerillo			
1.2 Cantón: Colta				Nombre científico: <i>Podocarpus oleifolius</i>			
1.3 Parroquia: Juan de Velasco				Familia: Podocarpaceae			
 Imagen 3. Especie conífera única de Ecuador, Romerillo. Fuente. Andrade Patricia, 2018.							
3. CARACTERÍSTICAS							
3.1 Tipo de planta							
X	Arbórea		Arbustiva		Herbácea		Epífita
3.2 Distribución							
	Cosmopolita			Endémica	X	Nativa	
3.3 Utilidad							
	Ornamental	X	Industrial	X	Medicinal		Alimentación

3.3.1 Detalle: Ha sido considerada de gran potencial como materia prima para la fabricación de papel, las hojas se utilizan en emplastados curan golpes leves y la gripe mediante infusiones.

4. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Tallo	Es asimétrico con pequeños brotes recubiertas generalmente por una buena cantidad de musgo, bejucos o helechos provenientes de sus yemas preventivas, también puedes estar recubiertas de bromelias.
Hojas	Son simples alternas y espiraladas de color verde oscuro con una inserción alterna sobre el nervio central, terminando en una punta espinosa, sus conos masculinos axiales son cilíndricos.
Flor	Flósculos del disco tubulares, de color amarillo, algunas veces con un anillo de flósculos radiales con disposición en lengüeta, agrupados en cabezuelas (capítulos), de 1-2 cm.
Fruto	Es una drupa de color verde con su semilla ovoide que posee una longitud de 6 a 10 mm y un ancho de 4 a 6 mm, con una diminuta cresta lisa.
Hábitat	Crece a una altura entre los 2200 a 4300 m.s.n.m., se encuentra formando parte del bosque montano bajo muy húmedo y el bosque pre montano muy húmedo.

5. ESTADO DE CONSERVACIÓN UICN

	Extinto (EX)		En peligro (EN)
	En peligro crítico (CR)		Casi amenazado (NT)
X	Vulnerable (VU)		Datos insuficientes (DD)
	Preocupación menor (LC)		5.1 Observaciones: Según la lista roja de especies de la UICN, esta especie se encuentra en estado vulnerable.
	No evaluado (NE)		
	Extinto en estado silvestre (EW)		

6. DATOS DE REGISTRO

Registrado por: Andrade Patricia

Fuente. Autora, 2021.

1. UBICACIÓN		2. DATOS GENERALES					
1.1 Provincia: Chimborazo		Nombre común: Tarqui					
1.2 Cantón: Colta		Nombre científico: <i>Hedyosmum luteynii todzia</i>					
1.3 Parroquia: Juan de Velasco		Familia: Asteráceae					
 Imagen 4. Especie forestal Tarqui. Fuente. Andrade Patricia, 2018.							
3. CARACTERÍSTICAS							
3.1 Tipo de planta							
X	Arbórea		Arbustiva		Herbácea		Epífita
3.2 Distribución							
	Cosmopolita			Endémica	X	Nativa	
3.3 Utilidad							
	Ornamental		Industrial	X	Medicinal		Alimentación
3.3.1 Detalle: Propiedades medicinales conferidas a este género son ancestrales, sus hojas frescas y maduras han sido utilizadas en forma de infusión para controlar afecciones de salud relacionadas al tracto digestivo.							
4. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA							
Tallo		Tiene una altura de 3 a 16 metros. Presentan un tronco con un diámetro DAP de 25 centímetros, con una corteza entre lisa y					

	finamente fisurada, sus ramas son un poco aplanadas y ensanchadas en los nudos.		
Hojas	Son simples elípticas con un diámetro de 3 a 5 x 1.3 a 2 centímetros.		
Flor	Son hermafroditas y de tamaño reducido, la inflorescencia masculina en espina pedunculadas simples axiales de 1 a 3 cm, mientras que la inflorescencia femenina son paniculadas, axilares a terminales hasta los 7 cm de largo.		
Fruto	Con un largo desde 8 y 12 mm de diámetro es múltiple y pequeño.		
Hábitat	Se desarrolla en bosques de neblina o en áreas con constantes nubes y bruma en alturas entre los 1800 y 4000 m.s.n.m., ya que se encuentran sometidos a una presión antropogénica elevada.		
5. ESTADO DE CONSERVACIÓN UICN			
	Extinto (EX)		En peligro (EN)
	En peligro crítico (CR)		Casi amenazado (NT)
X	Vulnerable (VU)		Datos insuficientes (DD)
	Preocupación menor (LC)		5.1 Observaciones: Según la lista roja de especies de la UICN, esta especie se encuentra en estado vulnerable.
	No evaluado (NE)		
	Extinto en estado silvestre (EW)		
6. DATOS DE REGISTRO			
Registrado por: Andrade Patricia			

Fuente. Autora, 2021.

1. UBICACIÓN	2. DATOS GENERALES
1.1 Provincia: Chimborazo	Nombre común: Quinual
1.2 Cantón: Colta	Nombre científico: <i>Polylepis reticulata</i>

5. ESTADO DE CONSERVACIÓN UICN			
	Extinto (EX)		En peligro (EN)
	En peligro crítico (CR)		Casi amenazado (NT)
X	Vulnerable (VU)		Datos insuficientes (DD)
	Preocupación menor (LC)		5.1 Observaciones: Según la lista roja de especies de la UICN, esta especie se encuentra en estado vulnerable.
	No evaluado (NE)		
	Extinto en estado silvestre (EW)		
6. DATOS DE REGISTRO			
Registrado por: Andrade Patricia			

Fuente. Autora, 2021.

1. UBICACIÓN+		2. DATOS GENERALES					
1.1 Provincia: Chimborazo		Nombre común: Arrayán					
1.2 Cantón: Colta		Nombre científico: <i>Eugenia halli</i>					
1.3 Parroquia: Juan de Velasco		Familia: Myrtaceae					
 Imagen 6. Especie Arrayán en etapa de floración Fuente. Andrade Patricia, 2018.							
3. CARACTERÍSTICAS							
3.1 Tipo de planta							
X	Arbórea		Arbustiva		Herbácea		Epífita

3.2 Distribución						
	Cosmopolita			Endémica	X	Nativa
3.3 Utilidad						
	Ornamental	X	Industrial	X	Medicinal	Alimentación
3.3.1 Detalle: Se utiliza por sus propiedades astringentes, antisépticas, balsámicas y hemostáticas, en infusiones, decocciones y productos cosméticos, también ha sido utilizado para el tratamiento de diabetes.						
4. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA						
Tallo	Puede llegar a medir entre 3 y 15 metros de alto y 50 centímetros de diámetro, es coposo, con el follaje denso y siempre verde.					
Hojas	Son simples de forma ovala, de color verdes y en su parte posterior posee un ligero brillo.					
Flor	Son hermafroditas, axilares, que se encuentran unidas entre 3 a 5 flores.					
Fruto	Es una baya redondeada de color negro rojizo con un diámetro entre 5 y 10 mm, y en su interior contiene 3 semillas en forma arriñonada.					
Hábitat	Se desarrolla en estrados de bosque siempre verde andino de montano en las zonas andinas de la región sierra, en alturas entre los 1600 y 3300 m.s.n.m.					
5. ESTADO DE CONSERVACIÓN UICN						
	Extinto (EX)			En peligro (EN)		
	En peligro crítico (CR)			Casi amenazado (NT)		
X	Vulnerable (VU)			Datos insuficientes (DD)		
	Preocupación menor (LC)			5.1 Observaciones: Según la lista roja de especies de la UICN, esta especie se encuentra en estado vulnerable.		
	No evaluado (NE)					
	Extinto en estado silvestre (EW)					
6. DATOS DE REGISTRO						
Registrado por: Andrade Patricia						

Fuente. Autora, 2021.