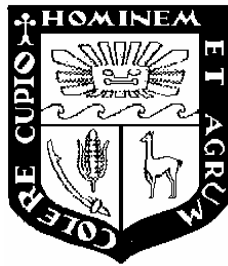


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

*Facultad de Ciencias Forestales*



**Influencia de tres variables en la  
obtención y propiedades físico-  
químicas de la oleorresina del *Pinus  
tecunumanii***

*Tesis para optar el Título de*

***INGENIERO FORESTAL***

**María Luisa Angelita Espinoza Ortega**

Lima – Perú

2005

# INDICE

|  | Página     |
|--|------------|
| <b>DEDICATORIA</b> .....   | <b>III</b> |
| <b>AGRADECIMIENTOS</b> .....   | <b>IV</b>  |
| <b>RESUMEN</b> .....   | <b>V</b>   |
| <b>INDICE</b> .....  | <b>VI</b>  |
| <b>LISTA DE CUADROS</b> .....  | <b>IX</b>  |
| <b>LISTA DE FIGURAS</b> .....  | <b>X</b>   |
| <b>1. INTRODUCCION</b> .....   | <b>1</b>   |
| <b>2. REVISION DE LITERATURA</b> .....   | <b>3</b>   |
| 2.1 DESCRIPCION DE LA ESPECIE “ <i>PINUS TECUNUMANII</i> ” .....                         | 3          |
| 2.1.1 <i>EVOLUCION Y DISTRIBUCION</i> .....  | 3          |
| 2.1.2 <i>VARIACION DE PROCEDENCIAS</i> .....   | 5          |
| 2.1.3 <i>DENDROLOGIA DEL PINUS TECUNUMANII</i> .....                                     | 5          |
| 2.1.4 <i>ECOLOGIA DE LA ESPECIE</i> .....  | 7          |
| 2.1.5 <i>USOS TRADICIONALES Y EN DIVERSAS INDUSTRIAS</i> .....                           | 7          |
| 2.2 GENERALIDADES DE LA RESINA.....  | 8          |
| 2.2.1 <i>FAMILIAS ARBOREAS CON APTITUDES RESINERAS</i> .....                             | 8          |
| 2.2.2 <i>DEFINICION DE RESINA DE PINO</i> .....  | 9          |
| 2.2.3 <i>RELACION ENTRE ACEITES ESENCIALES Y FORMACION DE RESINA</i> .....               | 11         |
| 2.2.4 <i>FUENTES PRODUCTORAS DE RESINA</i> .....   | 12         |
| 2.2.5 <i>CLASIFICACION DE LA RESINA</i> .....  | 13         |
| 2.2.6 <i>COMPONENTES DE LA OLEORRESINA</i> .....   | 14         |
| 2.2.7 <i>PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DE LA OLEORRESINA</i> .....                         | 21         |
| 2.2.8 <i>USOS DE LA OLEORRESINA</i> .....  | 22         |
| 2.2.9 <i>PRODUCCION DE LA OLEORRESINA</i> .....  | 24         |
| 2.3 RESINACION .....   | 27         |
| 2.3.1 <i>DEFINICION</i> .....  | 27         |
| 2.3.2 <i>MODALIDADES DE RESINACION</i> .....   | 29         |
| 2.3.3 <i>SISTEMAS DE RESINACION</i> .....  | 30         |
| 2.3.4 <i>RECOMENDACIONES TECNICAS DE UN SISTEMA DE RESINACION</i> .....                  | 32         |
| 2.3.5 <i>PRINCIPALES FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DE LA OLEORRESINA</i> ..... | 33         |
| 2.4 SISTEMA DE PICA DE CORTEZA ASCENDENTE CON ESTIMULANTE .....                          | 39         |
| <b>3. MATERIALES Y METODOS</b> .....   | <b>42</b>  |
| 3.1 AREA DE ESTUDIO .....  | 42         |
| 3.2 MATERIALES Y EQUIPOS .....   | 42         |
| 3.2.1 <i>MATERIA PRIMA</i> .....   | 42         |
| 3.2.2 <i>MATERIALES</i> .....  | 42         |
| 3.2.3 <i>EQUIPOS</i> .....   | 43         |
| 3.2.4 <i>REACTIVOS QUIMICOS</i> .....  | 44         |
| 3.3 METODOLOGIA.....   | 45         |
| 3.3.1 <i>METODO DE RESINACION</i> .....  | 45         |
| 3.3.2 <i>ELECCION DE VARIABLES</i> .....   | 45         |
| 3.3.3 <i>OBTENCION DE LA OLEORRESINA</i> .....   | 46         |
| 3.4 VARIABLES RESPUESTA .....  | 50         |
| 3.4.1 <i>RENDIMIENTO</i> .....   | 50         |
| 3.4.2 <i>PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DE LA OLEORRESINA</i> .....                         | 50         |
| 3.5 DISEÑO ESTADISTICO.....  | 55         |

|                      |  |           |
|----------------------|--|-----------|
| <b>4.</b>            | <b>RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>  | <b>58</b> |
| 4.1                  | EVALUACION DE LA INFLUENCIA DE LAS VARIABLES: CLASE DIAMETRICA, ORIENTACION DE LAS CARAS CON RESPECTO AL SOL Y ALTURA DE LA LINEA BASE EN FUNCION DE LAS VARIABLES RESPUESTA ..... | 58        |
| 4.1.1                | INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO DE LA OLEORRESINA.....  | 58        |
| 4.1.2                | INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DE LA OLEORRESINA.....   | 60        |
| 4.2                  | INFLUENCIA DEL SISTEMA DE RESINACION APLICANDO ESTIMULANTE .....   | 74        |
| <b>5.</b>            | <b>CONCLUSIONES .....</b>  | <b>76</b> |
| <b>6.</b>            | <b>RECOMENDACIONES.....</b>  | <b>77</b> |
| <b>ANEXO 1 .....</b> | <b>85</b>  |           |
| 1.1                  | IMPORTACIONES DE PRODUCTOS FORESTALES NO MADERABLES POR PRODUCTO EN EL AÑO 2003 .....  | 85        |
| 1.2                  | IMPORTACIONES DE PRODUCTOS FORESTALES NO MADERABLES POR PAIS EN EL AÑO 2003 .....  | 86        |
| <b>ANEXO 2.....</b>  | <b>87</b>  |           |
|                      | PLAN DEL ENSAYO DE INTRODUCCION DEL PINUS PATULA SSP. TECUNUMANII EN LA PROVINCIA DE OXAPAMPA..  | 87        |
| <b>ANEXO 3.....</b>  | <b>90</b>  |           |
| 3.1                  | PLANTILLAS CLIMATOLOGICAS DEL MES DE ENERO DEL AÑO 2005 .....  | 90        |
| 3.2                  | PLANTILLAS CLIMATOLOGICAS DEL MES DE FEBRERO DEL AÑO 2005 .....  | 91        |
| 3.3                  | PLANTILLAS CLIMATOLOGICAS DEL MES DE MARZO DEL AÑO 2005 .....  | 92        |
| 3.4                  | CLIMATOGRAMA DURANTE LOS CUARENTA DIAS DEL PERIODO RESINERO .....  | 93        |
| <b>ANEXO 4.....</b>  | <b>94</b>  |           |
| 4.1                  | DETERMINACION DEL RENDIMIENTO EN LA OLEORRESINA .....  | 94        |
| 4.2                  | DETERMINACION DEL COLOR DE LA OLEORRESINA .....  | 95        |
| 4.3                  | DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA OLEORRESINA .....   | 96        |
| 4.4                  | DETERMINACION DE LA DENSIDAD APARENTE DE LA OLEORRESINA .....  | 97        |
| 4.5                  | DETERMINACION DEL INDICE DE REFRACCION DE LA OLEORRESINA .....   | 98        |
| 4.6                  | DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE CENIZAS EN LA OLEORRESINA .....  | 99        |
| 4.7                  | DETERMINACION DEL INDICE DE ACIDEZ DE LA OLEORRESINA .....   | 100       |
| 4.8                  | DETERMINACION DEL INDICE DE SAPONIFICACION DE LA OLEORRESINA .....   | 101       |
| <b>ANEXO 5.....</b>  | <b>102</b>   |           |
| 5.1                  | ANALISIS DE REGRESION Y DE VARIANCIA DE LA VARIABLE RESPUESTA RENDIMIENTO .....  | 102       |
| 5.1.1                | Análisis sin discriminar el p-value.....   | 102       |
| 5.1.2                | Análisis Discriminando el p- value ( $p < 0,05$ ).....   | 103       |
| 5.2                  | ANALISIS DE REGRESION Y DE VARIANCIA DE LA VARIABLE RESPUESTA COLOR .....  | 104       |
| 5.2.1                | Análisis sin discriminar el p-value.....   | 104       |
| 5.2.2                | Análisis Discriminando el p- value ( $p < 0,05$ ).....   | 105       |
| 5.3                  | ANALISIS DE REGRESION Y DE VARIANCIA DE LA VARIABLE RESPUESTA CONTENIDO DE HUMEDAD.....  | 106       |
| 5.3.1                | Análisis sin discriminar el p-value.....   | 106       |
| 5.3.2                | Análisis Discriminando el p- value ( $p < 0,05$ ).....   | 107       |
| 5.4                  | ANALISIS DE REGRESION Y DE VARIANCIA DE LA VARIABLE RESPUESTA DENSIDAD APARENTE .....  | 108       |
| 5.4.1                | Análisis sin discriminar el p-value.....   | 108       |
| 5.4.2                | Análisis Discriminando el p- value ( $p < 0,05$ ).....   | 109       |
| 5.5                  | ANALISIS DE REGRESION Y DE VARIANCIA DE LA VARIABLE RESPUESTA INDICE DE REFRACCION.....  | 110       |
| 5.5.1                | Análisis sin discriminar el p-value.....   | 110       |
| 5.5.2                | Análisis Discriminando el p- value ( $p < 0,05$ ).....   | 111       |
| 5.6                  | ANALISIS DE REGRESION Y DE VARIANCIA DE LA VARIABLE RESPUESTA PORCENTAJE DE CENIZAS .....  | 112       |

|                |   |            |
|----------------|---|------------|
| 5.6.1          | <i>Análisis sin discriminar el p-value</i> .....  | 112        |
| 5.6.2          | <i>Análisis Discriminando el p- value (p &lt; 0,05)</i> .....   | 113        |
| 5.7            | ANALISIS DE REGRESION Y DE VARIANCIA DE LA VARIABLE RESPUESTA INDICE DE ACIDEZ.....   | 114        |
| 5.7.1          | <i>Análisis sin discriminar el p-value</i> .....  | 114        |
| 5.7.2          | <i>Análisis Discriminando el p- value (p &lt; 0,05)</i> .....   | 115        |
| 5.8            | ANALISIS DE REGRESION Y DE VARIANCIA DE LA VARIABLE RESPUESTA INDICE DE SAPONIFICACION.....                                 | 116        |
| 5.8.1          | <i>Análisis sin discriminar el p-value</i> .....  | 116        |
| 5.8.2          | <i>Análisis Discriminando el p- value (p &lt; 0,05)</i> .....   | 117        |
| <b>ANEXO 6</b> | .....   | <b>118</b> |
|                | DETERMINACION DE LAS PRUEBAS DE DENSIDAD APARENTE Y CONTENIDO DE CENIZAS DE LA MADERA Y CORTEZA DEL PINUS TECUNUMANII ..... | 118        |
| <b>ANEXO 7</b> | .....   | <b>119</b> |
|                | DETERMINACION DE LAS PRUEBAS FISICO-QUIMICAS DE LAS OLEORRESINAS SIN ESTIMULANTE .....                                      | 119        |
| 7.1            | CARACTERISTICAS DE LA OLEORRESINA CONTROL .....   | 119        |
| 7.2            | PROPIEDADES FISICAS .....   | 119        |
| 7.3            | PROPIEDADES QUIMICAS .....  | 119        |
| <b>ANEXO 8</b> | .....   | <b>120</b> |
|                | FOTOTECA .....  | 120        |
| 8.1            | FUNDO IDEAL -OXAPAMPA .....   | 120        |
| 8.2            | TRABAJO DE CAMPO EN EL FUNDO IDEAL .....  | 121        |

## *Lista de cuadros*

|  | Página |
|--|--------|
| <b>CUADRO 1</b> PRINCIPALES FAMILIAS ARBÓREAS CON ESPECIES RESINOSAS Y SU DISTRIBUCIÓN POR ZONAS ECOLÓGICAS .....  | 8      |
| <b>CUADRO 2</b> CLASIFICACIÓN DE LAS RESINAS NATURALES Y SUS PRINCIPALES COMPONENTES .....   | 14     |
| <b>CUADRO 3</b> PROPIEDADES FÍSICAS DE LA TREMENTINA .....   | 16     |
| <b>CUADRO 4</b> ESPECIFICACIONES DE LA TREMENTINA .....  | 18     |
| <b>CUADRO 5</b> PROPIEDADES FÍSICAS DE LA COLOFONIA .....  | 20     |
| <b>CUADRO 6</b> ESPECIFICACIONES DE CLASIFICACIÓN DE LA COLOFONIA .....  | 21     |
| <b>CUADRO 7</b> RANGO DE VALORES DE PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS PROMEDIO DE 35 OLEORRESINAS DE VARIOS ORÍGENES.....  | 22     |
| <b>CUADRO 8</b> PRINCIPALES USOS DE LA TREMENTINA Y LA COLOFONIA .....   | 23     |
| <b>CUADRO 9</b> PRODUCCIÓN MUNDIAL Y EXPORTACIONES DE OLEORRESINA, COLOFONIA Y TREMENTINA (EN 1.000 TONELADAS) PARA DIFERENTES PAÍSES Y EN ALGUNOS AÑOS DE LA DÉCADA DE 1990 ..... | 24     |
| <b>CUADRO 10</b> ESPECIES DE PINOS QUE SON COMERCIALMENTE IMPORTANTES COMO FUENTE DE OLEORRESINA .....   | 25     |
| <b>CUADRO 11</b> PRECIOS DE LA OLEORRESINA (FOB) EN DÓLARES AMERICANOS (BASE 1995) US \$/T. ....   | 26     |
| <b>CUADRO 12</b> CÁLCULO DEL NÚMERO DE CARAS RESINERAS .....   | 28     |
| <b>CUADRO 13</b> CÁLCULO DEL ÁREA DE RESINACIÓN CON RESPECTO AL DIÁMETRO .....   | 28     |
| <b>CUADRO 14</b> MATRIZ ESTADÍSTICA PARA LA RESINACIÓN DE 27 ÁRBOLES DE <i>PINUS TECUNUMANII</i> EN LA PROVINCIA DE OXAPAMPA.....  | 45     |
| <b>CUADRO 15</b> MATRIZ ESTADÍSTICA CON LOS VALORES TRANSFORMADOS PARA LA RESINACIÓN DE 27 ÁRBOLES DE <i>PINUS TECUNUMANII</i> .....   | 57     |

## *Lista de figuras*

|                  |   | Página |
|------------------|---|--------|
| <b>FIGURA 1</b>  | DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL <i>PINUS TECUNUMANII</i> .....   | 4      |
| <b>FIGURA 2</b>  | MUESTRA BOTÁNICA DEL <i>PINUS TECUNUMANII</i> . .....   | 6      |
| <b>FIGURA 3</b>  | ANATOMÍA DE LA MADERA DEL GÉNERO PINUS. ....  | 10     |
| <b>FIGURA 4</b>  | CORTE TRANSVERSAL DE CANAL RESINÍFERO DE PINO. ....   | 11     |
| <b>FIGURA 5</b>  | APARIENCIA DE LA TREMENTINA. ....   | 16     |
| <b>FIGURA 6</b>  | APARIENCIA DE LA COLOFONIA.....   | 19     |
| <b>FIGURA 7</b>  | DIAGRAMA DEL SISTEMA CAJETE O CAJA.....   | 30     |
| <b>FIGURA 8</b>  | DIAGRAMA DEL SISTEMA DE CROTT.....  | 31     |
| <b>FIGURA 9</b>  | DIAGRAMA DEL SISTEMA DE ESPINA DE PESCADO O AMERICANO. ....   | 32     |
| <b>FIGURA 10</b> | DISPOSICIÓN DE LOS ELEMENTOS DE UNA PICA .....  | 38     |
| <b>FIGURA 11</b> | DISPOSICIÓN DE PICAS EN EL ÁRBOL, CON SUS ESPECIFICACIONES.....   | 47     |
| <b>FIGURA 12</b> | DIAGRAMA DEL PROCESO DE RESINACIÓN .....  | 49     |
| <b>FIGURA 13</b> | SUPERFICIE DE RESPUESTA DEL RENDIMIENTO, EN RELACIÓN A LA ORIENTACIÓN DE LAS CARAS CON RESPECTO AL SOL Y A LA CLASE DIAMÉTRICA.....                     | 59     |
| <b>FIGURA 14</b> | SUPERFICIE DE RESPUESTA DEL COLOR, EN RELACIÓN CON LA ORIENTACIÓN DE LAS CARAS CON RESPECTO AL SOL Y LA CLASE DIAMÉTRICA.....                           | 61     |
| <b>FIGURA 15</b> | SUPERFICIE DE RESPUESTA DEL CONTENIDO DE HUMEDAD, EN RELACIÓN A LA CLASE DIAMÉTRICA Y A LA ORIENTACIÓN DE LAS CARAS CON RESPECTO AL SOL.....            | 63     |
| <b>FIGURA 16</b> | SUPERFICIE DE RESPUESTA DE LA DENSIDAD APARENTE, EN RELACIÓN A LA CLASE DIAMÉTRICA Y A LA ORIENTACIÓN DE LAS CARAS CON RESPECTO AL SOL.....             | 64     |
| <b>FIGURA 17</b> | MUESTRA DE OLEORRESINA CON PRESENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS .....  | 66     |
| <b>FIGURA 18</b> | SUPERFICIE DE RESPUESTA DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN, EN RELACIÓN A LA CLASE DIAMÉTRICA Y A LA ORIENTACIÓN DE LAS CARAS CON RESPECTO AL SOL.....            | 68     |
| <b>FIGURA 19</b> | SUPERFICIE DE RESPUESTA DE LAS CENIZAS, EN RELACIÓN A LA ORIENTACIÓN DE LAS CARAS CON RESPECTO AL SOL Y A LA ALTURA DE LA LÍNEA BASE.....               | 69     |
| <b>FIGURA 20</b> | SUPERFICIE DE RESPUESTA DEL ÍNDICE DE ACIDEZ, EN RELACIÓN A LA ORIENTACIÓN DE LAS CARAS CON RESPECTO AL SOL Y A LA ALTURA DE LA LÍNEA BASE.....         | 71     |
| <b>FIGURA 21</b> | SUPERFICIE DE RESPUESTA DEL ÍNDICE DE SAPONIFICACIÓN, EN RELACIÓN A LA ORIENTACIÓN DE LAS CARAS CON RESPECTO AL SOL Y A LA ALTURA DE LA LÍNEA BASE..... | 73     |
| <b>FIGURA 22</b> | CROQUIS DE UBICACIÓN DEL FUNDO IDEAL .....  | 88     |