

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

*Facultad de Ciencias Forestales*



**Análisis Físico-Químico de la Goma  
Exudada de la Especie Sapote *Capparis  
scabrida* H.B.K., Proveniente de los  
Bosques Secos de Lambayeque**

*Tesis para optar el Título de*  
**INGENIERO FORESTAL**

**Katia Beatriz Herz Castro**

Lima – Perú  
2007

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en los bosques secos de Lambayeque, específicamente en el ámbito del Santuario Histórico Bosque de Pómac y del distrito de Olmos, donde se evaluó el rendimiento de la goma exudada de la especie sapote (*Capparis scabrida*) en función a distintos métodos de extracción y tomando en cuenta variables importantes como son la altura y el diámetro del árbol, así como la profundidad de la napa freática en cada zona de estudio. Al mismo tiempo se determinaron las características físico-químicas de esta goma y se comparan dichas características con algunas gomas ya existentes en el mercado nacional e internacional con el fin de determinar, el potencial uso de esta especie en distintas industrias. La goma obtenida en el presente estudio presentó variaciones en los resultados en cuanto a rendimiento según la zona de estudio, obteniéndose un rendimiento promedio de 92,3 g/árbol; al mismo tiempo presentó un contenido de humedad promedio de 11,5 %; solubilidad en agua a 25° C de 91,0-97,6 %; viscosidad de 230 cps a una concentración del 17 %; un pH promedio de 4,47; 3,22 % en promedio de cenizas; un contenido de proteínas de 9,3 %; 83,4 % de carbohidratos; 0,04-0,07 % de extracto etéreo; 0,09-0,14% de fibra cruda. Asimismo se determinó cualitativamente la presencia de sales de calcio y magnesio y vitaminas A y C en su composición. Por medio de la cromatografía de gases-masa se identificó como componentes principales de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) a la galactosa, arabinosa y ramnosa. Al comparar los resultados obtenidos con otras gomas actualmente utilizadas en distintas industrias, se considera, que la goma obtenida en el presente estudio, es compatible con dichas gomas y posee características de óptima calidad como espesante, emulsionante y estabilizante.

# ÍNDICE

	Página
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>IV</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>V</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	<b>XI</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>XIII</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
2.1 ANTECEDENTES .....	3
2.1.1 Características generales de la especie .....	3
2.1.2 Genero <i>Capparis</i> .....	4
2.1.3 Origen .....	5
2.1.4 Distribución geográfica .....	5
2.1.5 Descripción botánica .....	7
2.1.6 Ecología de la especie <i>Capparis scabrida</i> H.B.K. ....	10
2.1.7 Silvicultura y manejo .....	12
2.1.8 Suceptibilidad a daños y enfermedades .....	14
2.1.9 Importancia económica y usos .....	15
2.2 ZONAS DE ESTUDIO .....	16
2.2.1 Santuario Histórico Bosque de Pómac .....	16
2.2.2 Distrito de Olmos .....	23
2.3 GOMAS NATURALES .....	29
2.3.1 Definición .....	29
2.3.2 Importancia y usos .....	31
2.3.3 Clasificación de las gomas naturales .....	34
2.3.4 Caracterización de la goma para su utilización en la industria de alimentos .....	43
2.3.5 Comercialización de las gomas naturales .....	47
2.4 GOMA DE SAPOTE .....	53
2.4.1 Aspectos generales .....	53
2.4.2 Fisiología de la planta de sapote con respecto a su goma .....	54
2.4.3 Obtención de la goma .....	54
2.4.4 Procesamiento de la goma .....	55
2.4.5 Características de la goma extraída .....	56
2.4.6 Aspectos limitantes .....	57
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>59</b>
3.1 ZONA DE ESTUDIO .....	59
3.2 MATERIA PRIMA ESTUDIADA .....	61
3.3 MATERIALES Y EQUIPOS .....	62
3.3.1 Materiales de campo .....	62
3.3.2 Materiales de laboratorio .....	63
3.3.3 Materiales de gabinete .....	65
3.3.4 Equipo personal .....	65
3.4 METODOLOGÍA .....	66
3.4.1 Métodos de extracción de goma .....	66
3.4.2 Secuencia metodológica para la recolección de goma .....	73
3.5 ANÁLISIS DE LABORATORIO .....	76

3.5.1	<i>Análisis físico de la goma</i> .....	76
3.5.2	<i>Análisis químico de la goma</i> .....	78
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>83</b>
4.1	ANALISIS FÍSICOS .....	83
4.1.1	<i>Rendimiento</i> .....	83
4.1.2	<i>Color</i> .....	105
4.1.3	<i>Humedad</i> .....	109
4.1.4	<i>Sólidos totales</i> .....	113
4.2	ANALISIS QUÍMICOS .....	115
4.2.1	<i>Constitución química de la goma: Carbohidratos</i> .....	115
4.2.2	<i>Solubilidad</i> .....	117
4.2.3	<i>Rotación óptica</i> .....	120
4.2.4	<i>Viscosidad</i> .....	122
4.2.5	<i>Determinación de pH</i> .....	124
4.2.6	<i>Cenizas</i> .....	126
4.2.7	<i>Determinación de cationes</i> .....	128
4.2.8	<i>Vitaminas</i> .....	128
4.2.9	<i>Extracto etéreo</i> .....	129
4.2.10	<i>Fibra cruda</i> .....	130
4.2.11	<i>Proteínas</i> .....	131
4.2.12	<i>Compatibilidad</i> .....	132
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>136</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>137</b>
<b>ANEXO 1</b> .....		<b>148</b>
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....		148
ZONA LAS SALINAS .....		148
<b>ANEXO 2</b> .....		<b>149</b>
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....		149
ZONA DE PÓMAC III .....		149
<b>ANEXO 3</b> .....		<b>150</b>
DESCRIPCIÓN DE ÁREA DE ESTUDIO .....		150
ZONA DE SAN CRISTÓBAL CHICO .....		150
<b>ANEXO 4</b> .....		<b>151</b>
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....		151
ZONA DE PASAJE NORTE .....		151
<b>ANEXO 5</b> .....		<b>152</b>
DESCRIPCIÓN DE LOS ÁRBOLES ESTUDIADOS PARA EVALUAR EL RENDIMIENTO SEGÚN LAS ZONAS DE ESTUDIO .....		152
<b>ANEXO 6</b> .....		<b>157</b>
DESCRIPCIÓN DE LOS ÁRBOLES ESTUDIADOS PARA LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO .....		157
<b>ANEXO 7</b> .....		<b>162</b>
VALORES DE RENDIMIENTO OBTENIDOS EN CADA ZONA SEGÚN LOS 4 MÉTODOS DE ESTUDIO .....		162
<b>ANEXO 8</b> .....		<b>165</b>
DATOS ORIGINALES DEL ANÁLISIS DE SOLUBILIDAD .....		165
<b>ANEXO 9</b> .....		<b>166</b>
CONSTANCIAS DE IDENTIFICACIÓN DE LA ESPECIE DE ESTUDIO .....		166

<b>ANEXO 10</b> .....	<b>168</b>
HOJAS DE LA TABLA MUNSELL UTILIZADAS PARA CLASIFICAR LAS GOMAS SEGÚN COLOR .....	168
<b>ANEXO 11</b> .....	<b>171</b>
RESULTADOS DEL EXAMEN CROMATOGRÁFICO PARA DETERMINAR LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA GOMA.....	171
<b>ANEXO 12</b> .....	<b>172</b>
INFORME DE DETERMINACIÓN DE ROTACIÓN ÓPTICA DE LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) .....	172
<b>ANEXO 13</b> .....	<b>173</b>
NORMA LEGAL QUE ESTABLECE EL LISTADO DE ESPECIES EN PELIGRO DE EXTINCIÓN .....	173
<b>ANEXO 14</b> .....	<b>176</b>
NORMA TÉCNICA UTILIZADA PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD .....	176
<b>ANEXO 15</b> .....	<b>179</b>
NORMA TÉCNICA PARA LA DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS .....	179
<b>ANEXO 16</b> .....	<b>180</b>
NORMA TÉCNICA UTILIZADA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA SOLUBILIDAD EN ETANOL.....	180
<b>ANEXO 17</b> .....	<b>184</b>
NORMA TECNICA UTILIZADA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ROTACIÓN ÓPTICA .....	184
<b>ANEXO 18</b> .....	<b>189</b>
NORMA TECNICA UTILIZADA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD .....	189
<b>ANEXO 19</b> .....	<b>190</b>
TABLA UTILIZADA PARA LA LECTURA DE LA VISCOSIDAD .....	190
<b>ANEXO 20</b> .....	<b>191</b>
NORMA TÉCNICA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PH .....	191
<b>ANEXO 21</b> .....	<b>193</b>
NORMA TÉCNICA PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS CENIZAS .....	193
<b>ANEXO 22</b> .....	<b>194</b>
ESQUEMA DE DETERMINACIÓN DE CATIONES.....	194
<b>ANEXO 23</b> .....	<b>195</b>
NORMA TÉCNICA PARA LA DETERMINACIÓN DEL EXTRACTO ETÉREO .....	195
<b>ANEXO 24</b> .....	<b>196</b>
NORMA TÉCNICA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA FIBRA CRUDA .....	196
<b>ANEXO 25</b> .....	<b>198</b>
NORMA TÉCNICA PARA LA DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS .....	198

## Lista de cuadros

	Página
<b>CUADRO 1</b>	CARACTERÍSTICAS DE LOS TIPOS DE BOSQUES SECOS DE LAMBAYEQUE .....7
<b>CUADRO 2</b>	CRONOGRAMA FENOLÓGICO DE LAS ESPECIES FORESTALES MÁS IMPORTANTES DE LOS BOSQUES SECOS, EN CONDICIÓN CLIMÁTICA REGULAR ..... 11
<b>CUADRO 3</b>	APLICACIÓN INDUSTRIAL DE LAS GOMAS .....34
<b>CUADRO 4</b>	CLASIFICACIÓN DE LAS GOMAS SEGÚN SU NATURALEZA .....35
<b>CUADRO 5</b>	GOMAS NATURALES Y RESINAS IMPORTADAS POR LA UE (EN TONELADAS Y MILES DE ECU).....48
<b>CUADRO 6</b>	IMPORTACIONES DE GOMAS Y RESINAS NATURALES (EN TONELADAS Y MILES DE ECU) .....49
<b>CUADRO 7</b>	IMPORTACIONES DE ESTADOS UNIDOS DE OLEORRESINAS Y GOMAS NATURALES EN MILES DE DÓLARES (US\$) .....49
<b>CUADRO 8</b>	ANÁLISIS DE LA GOMA DE TARA ( <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> ) EN EL MERCADO INTERNACIONAL.....50
<b>CUADRO 9</b>	EXPORTACIÓN DE GOMA DE TARA ( <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> ) EN US\$ FOB Y KILOGRAMOS EN LOS PRINCIPALES MERCADOS DE GOMA. ....50
<b>CUADRO 10</b>	SUPERFICIE DE LAS HERIDAS APLICADAS AL ÁRBOL DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) EN EL MÉTODO 2: AGUJEROS.....70
<b>CUADRO 11</b>	PRODUCCIÓN PROMEDIO DE GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) OBTENIDA EN LOS 4 SUB- BLOQUES DE ESTUDIO, SEGÚN LOS RANGOS DE ALTURA, MEDIANTE EL MÉTODO 1: VENTANAS.....85
<b>CUADRO 12</b>	PRODUCCIÓN PROMEDIO DE GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) OBTENIDA EN LOS 4 SUB- BLOQUES DE ESTUDIO, SEGÚN CLASES DIAMÉTRICAS, MEDIANTE EL MÉTODO 1: VENTANAS ..... 87
<b>CUADRO 13</b>	PRODUCCIÓN PROMEDIO DE GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) OBTENIDA EN LOS 4 SUB- BLOQUES DE ESTUDIO, SEGÚN RANGOS DE ALTURA, MEDIANTE EL MÉTODO 2: AGUJEROS.....90
<b>CUADRO 14</b>	PRODUCCIÓN PROMEDIO DE GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) OBTENIDA EN LOS 4 SUB- BLOQUES DE ESTUDIO, SEGÚN CLASES DIAMÉTRICAS, MEDIANTE EL MÉTODO 2: AGUJEROS .....91
<b>CUADRO 15</b>	PRODUCCIÓN PROMEDIO DE GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) OBTENIDA EN LOS 4 SUB- BLOQUES DE ESTUDIO, SEGÚN RANGOS DE ALTURA, MEDIANTE EL MÉTODO 3: CORTES .....95
<b>CUADRO 16</b>	PRODUCCIÓN PROMEDIO DE GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) OBTENIDA EN LOS 4 SUB- BLOQUES DE ESTUDIO, SEGÚN CLASES DIAMÉTRICAS, MEDIANTE EL MÉTODO 3: CORTES .....96
<b>CUADRO 17</b>	PRODUCCIÓN PROMEDIO DE GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) OBTENIDA EN LOS 4 SUB- BLOQUES DE ESTUDIO, SEGÚN RANGOS DE ALTURA, MEDIANTE EL MÉTODO 4: RECOLECCIÓN .....99
<b>CUADRO 18</b>	PRODUCCIÓN PROMEDIO DE GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) OBTENIDA EN LOS 4 SUB- BLOQUES DE ESTUDIO, SEGÚN CLASES DIAMÉTRICAS, MEDIANTE EL MÉTODO 4: RECOLECCIÓN ..... 100
<b>CUADRO 19</b>	ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL RENDIMIENTO DE LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) SEGÚN SUB-BLOQUE DE ESTUDIO ..... 102
<b>CUADRO 20</b>	PRUEBA DE <i>TUKEY</i> DE LOS RESULTADOS DE RENDIMIENTO DE LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) OBTENIDOS SEGÚN SUB-BLOQUE DE ESTUDIO.....103
<b>CUADRO 21</b>	PRUEBA DE <i>TUKEY</i> DE LOS RESULTADOS DE RENDIMIENTO OBTENIDOS SEGÚN EL MÉTODO DE EXTRACCIÓN.....104
<b>CUADRO 22</b>	CÓDIGOS DE TABLA MUNSSELL Y GAMA DE COLORES DETERMINADOS PARA LAS GOMAS DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) AL MOMENTO DE LA RECOLECCIÓN SEGÚN SUB-BLOQUES DE ESTUDIO.....106
<b>CUADRO 23</b>	RESULTADOS DE LOS DOS MÉTODOS DE HUMEDAD ENSAYADOS CON LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) EN LOS 4 SUB-BLOQUES DE ESTUDIO.....110
<b>CUADRO 24</b>	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA EL ANÁLISIS DE HUMEDAD AZEOTRÓPICA DE LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) EN EL PRESENTE ESTUDIO ..... 111
<b>CUADRO 25</b>	PRUEBA DE <i>TUKEY</i> PARA EL ANÁLISIS DE HUMEDAD AZEOTRÓPICA DE LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) EN EL PRESENTE ESTUDIO .....111
<b>CUADRO 26</b>	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA EL ANÁLISIS DE HUMEDAD GRAVIMÉTRICA DE LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) EN EL PRESENTE ESTUDIO ..... 112
<b>CUADRO 27</b>	PRUEBA DE <i>TUKEY</i> PARA EL ANÁLISIS DE HUMEDAD GRAVIMÉTRICA DE LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) EN EL PRESENTE ESTUDIO ..... 112
<b>CUADRO 28</b>	SÓLIDOS TOTALES OBTENIDOS PARA LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) EN LOS 4 SUB- BLOQUES DE ESTUDIO.....114

<b>CUADRO 29</b>	PRUEBA DE <i>TUKEY</i> DE LOS SÓLIDOS TOTALES OBTENIDOS PARA LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) EN EL PRESENTE ESTUDIO.....	114
<b>CUADRO 30</b>	PORCENTAJE DE CARBOHIDRATOS PRESENTES EN LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) SEGÚN LOS BLOQUE DE ESTUDIO: BOSQUE DE PÓMAC Y OLMOS. ....	115
<b>CUADRO 31</b>	RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL ANÁLISIS DE SOLUBILIDAD DE LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) A DISTINTAS CONCENTRACIONES DE ETANOL EN LOS 4 SUB-BLOQUES DE ESTUDIO .....	118
<b>CUADRO 32</b>	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LOS RESULTADOS DE SOLUBILIDAD DE LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) A DISTINTAS CONCENTRACIONES DE ETANOL .....	120
<b>CUADRO 33</b>	VALORES DE VISCOSIDAD (CPS) CON EL VISCOSÍMETRO BROOKFIELD RVF-220 MEDIANTE EL SPINDLE N°1 A 20 RPM, POR SUB-BLOQUE DE ESTUDIO .....	122
<b>CUADRO 34</b>	VALORES DE PH DE LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) PARA MUESTRAS DE CADA UNO DE LOS SUB-BLOQUES DE ESTUDIO. ....	124
<b>CUADRO 35</b>	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA EL PH DE LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) EN EL PRESENTE ESTUDIO .....	125
<b>CUADRO 36</b>	PRUEBA DE <i>TUKEY</i> PARA EL PH DE LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) EN EL PRESENTE ESTUDIO.....	125
<b>CUADRO 37</b>	PORCENTAJES DE CENIZAS PRESENTES EN LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) SEGÚN SUB-BLOQUES DE ESTUDIO.....	126
<b>CUADRO 38</b>	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LAS CENIZAS DE LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) EN EL PRESENTE ESTUDIO .....	127
<b>CUADRO 39</b>	PRUEBA DE <i>TUKEY</i> DE LAS CENIZAS DE LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) EN EL PRESENTE ESTUDIO 127	
<b>CUADRO 40</b>	PORCENTAJE DE EXTRACTIVOS PRESENTES EN LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) EN LOS SUB-BLOQUES DE ESTUDIO .....	129
<b>CUADRO 41</b>	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA EL EXTRACTO ETÉREO DE LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) EN EL PRESENTE ESTUDIO .....	129
<b>CUADRO 42</b>	PORCENTAJE DE FIBRA BRUTA PRESENTE EN CADA UNA DE LAS MUESTRAS DE GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) SEGÚN SUB-BLOQUE DE ESTUDIO .....	130
<b>CUADRO 43</b>	CONTENIDO DE PROTEÍNAS OBTENIDO EN LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) POR SUB-BLOQUE DE ESTUDIO.....	131
<b>CUADRO 44</b>	COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) CON OTRAS GOMAS IMPORTANTES EN LA INDUSTRIA. ....	133
<b>CUADRO 45</b>	COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) CON OTRAS GOMAS IMPORTANTES EN LA INDUSTRIA. (*) .....	134

## Lista de figuras

	Página
<b>FIGURA 1</b> ÁRBOL DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ).....	8
<b>FIGURA 2</b> HOJAS Y FRUTO AÚN NO MADURO DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) .....	10
<b>FIGURA 3</b> IMAGEN DEL “LEQUE” O “SUELDA CON SUELDA” EN MOMENTO DE FLORACIÓN.....	14
<b>FIGURA 4</b> MAPA DE LA UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL SANTUARIO HISTÓRICO BOSQUE DE PÓMAC .....	17
<b>FIGURA 5</b> VISTA PANORÁMICA DE UNA PEQUEÑA SECCIÓN DEL SANTUARIO HISTÓRICO BOSQUE DE PÓMAC... 18	
<b>FIGURA 6</b> VISTA SATELITAL DE LA VEGETACIÓN DEL SANTUARIO HISTÓRICO BOSQUE DE PÓMAC (EX HACIENDA BATÁN GRANDE) .....	21
<b>FIGURA 7</b> VISTA DE LA HUACA RODILLONA EN EL SANTUARIO HISTÓRICO BOSQUE DE PÓMAC.....	22
<b>FIGURA 8</b> MAPA DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL DISTRITO DE OLMOS .....	24
<b>FIGURA 9</b> VISTA SATELITAL DEL DISTRITO DE OLMOS .....	27
<b>FIGURA 10</b> REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE UN POLARÍMETRO.....	45
<b>FIGURA 11</b> FOTO DE GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) RECIÉN EXTRAÍDA DE UN ÁRBOL .....	57
<b>FIGURA 12</b> MAPA DEL SANTUARIO HISTÓRICO BOSQUE DE PÓMAC Y SUS CASERÍOS.....	60
<b>FIGURA 13</b> UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL SANTUARIO HISTÓRICO BOSQUE DE PÓMAC.....	60
<b>FIGURA 14</b> UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL DISTRITO DE OLMOS Y LAS ZONAS DE ESTUDIO.....	61
<b>FIGURA 15</b> FOTO DE LAS HERIDAS QUE SE LE PRACTICARON A CADA UNO DE LOS INDIVIDUOS DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) EN EL MÉTODO 1: VENTANAS .....	68
<b>FIGURA 16</b> DETALLE DEL MÉTODO UTILIZADO PARA EL ÁRBOL DE BREA ( <i>CERCIDIUM PRAECOX</i> ) .....	69
<b>FIGURA 17</b> FOTO DE LAS HERIDAS QUE SE LE PRACTICARON A CADA UNO DE LOS INDIVIDUOS DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) EN EL MÉTODO 2: AGUJEROS .....	71
<b>FIGURA 18</b> FOTO DE LAS HERIDAS QUE SE LE PRACTICARON A CADA UNO DE LOS INDIVIDUOS DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) EN EL MÉTODO 3: CORTES .....	72
<b>FIGURA 19</b> SECUENCIA METODOLÓGICA DE LA OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ).....	82
<b>FIGURA 20</b> RESPUESTA DEL ÁRBOL DEL SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) ANTE LAS INCISIONES EFECTUADAS EN EL MÉTODO 1: VENTANAS .....	84
<b>FIGURA 21</b> PRODUCCIÓN TOTAL DE GOMA (G/ÁRBOL) OBTENIDA DE LOS 64 ÁRBOLES DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) EVALUADOS SEGÚN RANGOS DE ALTURA, MEDIANTE EL MÉTODO 1: VENTANAS .....	86
<b>FIGURA 22</b> PRODUCCIÓN TOTAL DE GOMA(G/ÁRBOL) OBTENIDA DE LOS 64 ÁRBOLES DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) EVALUADOS SEGÚN CLASES DIAMÉTRICAS MEDIANTE EL MÉTODO 1: VENTANAS.....	87
<b>FIGURA 23</b> RESPUESTA DEL ÁRBOL DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) ANTE LAS INCISIONES REALIZADAS EN EL MÉTODO 2: AGUJEROS .....	88
<b>FIGURA 24</b> PRODUCCIÓN TOTAL DE GOMA (G/ÁRBOL) OBTENIDA DE LOS 100 ÁRBOLES DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) EVALUADOS SEGÚN RANGOS DE ALTURA, MEDIANTE EL MÉTODO 2: AGUJEROS .....	90
<b>FIGURA 25</b> PRODUCCIÓN TOTAL DE GOMA (G/ÁRBOL) OBTENIDA DE LOS 100 ÁRBOLES DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) EVALUADOS SEGÚN CLASES DIAMÉTRICAS MEDIANTE EL MÉTODO 2: AGUJEROS .....	92
<b>FIGURA 26</b> RESPUESTA DEL ÁRBOL DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) ANTE LAS INCISIONES REALIZADAS CON EL MÉTODO 3: CORTES .....	93
<b>FIGURA 27</b> PRODUCCIÓN DE GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) OBTENIDA EN LOS 4 SUB-BLOQUES DE ESTUDIO MEDIANTE EL MÉTODO 3: CORTES.....	94
<b>FIGURA 28</b> PRODUCCIÓN PROMEDIO DE GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ), SEGÚN RANGOS DE ALTURA, OBTENIDA MEDIANTE EL MÉTODO 3: CORTES .....	96
<b>FIGURA 29</b> PRODUCCIÓN PROMEDIO DE GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) SEGÚN CLASES DIAMÉTRICAS OBTENIDA MEDIANTE EL MÉTODO 3: CORTES .....	97
<b>FIGURA 30</b> FOTO DE UNA DE LAS GOMAS RECOLECTADAS DEL ÁRBOL DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) MEDIANTE EL MÉTODO 4: RECOLECCIÓN .....	98
<b>FIGURA 31</b> PRODUCCIÓN PROMEDIO DE GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ), SEGÚN RANGOS DE ALTURA, OBTENIDA MEDIANTE EL MÉTODO 4: RECOLECCIÓN .....	100
<b>FIGURA 32</b> PRODUCCIÓN PROMEDIO DE GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) SEGÚN CLASES DIAMÉTRICAS OBTENIDA MEDIANTE EL MÉTODO 4: RECOLECCIÓN.....	101

<b>FIGURA 33</b>	PRODUCCIÓN PROMEDIO DE GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) EN CADA SUB-BLOQUE DE ESTUDIO SEGÚN MÉTODO DE EXTRACCIÓN .....	105
<b>FIGURA 34</b>	FOTO DE LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) RECIÉN EXTRAÍDA DEL SUB-BLOQUE LAS SALINAS AL MOMENTO DE SER CLASIFICADA POR COLOR .....	107
<b>FIGURA 35</b>	FOTO DE LA GOMA MOLIDA CON EL TAMIZ N° 20 .....	108
<b>FIGURA 36</b>	FOTO DE LA GOMA MOLIDA CON EL TAMIZ N° 60 .....	108
<b>FIGURA 37</b>	EQUIPO UTILIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD AZEOTRÓPICA EN LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) .....	110
<b>FIGURA 38</b>	VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD AZEOTRÓPICA Y HUMEDAD GRAVIMÉTRICA OBTENIDA PARA LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) SEGÚN SUB-BLOQUES DE ESTUDIO .....	113
<b>FIGURA 39</b>	VARIACIÓN DE LOS SÓLIDOS TOTALES PRESENTES EN LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) SEGÚN SUB-BLOQUE DE ESTUDIO .....	114
<b>FIGURA 40</b>	VARIACIÓN DE COMPUESTOS QUÍMICOS DE LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) POR BLOQUE DE ESTUDIO Y DE LA GOMA ARÁBIGA ( <i>ACACIA SENEGAL</i> ) .....	116
<b>FIGURA 41</b>	IMAGEN DE LAS SOLUCIONES DE GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) EN EL AGITADOR .....	117
<b>FIGURA 42</b>	IMAGEN DEL RESIDUO DE GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) OBTENIDO LUEGO DE LA DESECACIÓN .....	118
<b>FIGURA 43</b>	VARIACIÓN DE LA SOLUBILIDAD DE LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) A DISTINTAS CONCENTRACIONES DE ETANOL SEGÚN SUB-BLOQUE DE ESTUDIO .....	119
<b>FIGURA 44</b>	ESTRUCTURA DE LA GLUCOSA, UNA ALDOHEXOSA (A) Y LA RIBULOSA, UNA CETOPENTOSA (B) ....	121
<b>FIGURA 45</b>	ESTRUCTURA DE LA GALACTOSA (ALDOHEXOSA), ARABINOSA (ALDOPENTOSA) Y RAMNOSA (ALDOPENTOSA) EN CADENA LINEAL .....	122
<b>FIGURA 46</b>	VARIACIÓN DE LA VISCOSIDAD DE LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ), EN FUNCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN SEGÚN SUB-BLOQUE DE ESTUDIO .....	123
<b>FIGURA 47</b>	CENIZAS OBTENIDAS DE LA GOMA DE SAPOTE ( <i>CAPPARIS SCABRIDA</i> ) .....	126
<b>FIGURA 48</b>	FOTO DE LA GOMA DE SAPOTE AL MOMENTO DE SER DIGERIDA CON ÁCIDO SULFÚRICO .....	130

## 1. INTRODUCCIÓN

El creciente interés por los productos naturales de origen vegetal es cada vez más evidente. Este interés se refleja en el aumento de demanda de los productos mencionados en el mercado mundial. Asimismo se destaca un mayor número de investigaciones e iniciativas para promover el uso, no solo de productos naturales, sino específicamente de productos forestales no maderables. Al respecto, la industria de alimentos es uno de los sectores con mayor interés en estos productos; hoy en día, muchos productos forestales no maderables son utilizados como base o materia prima para la elaboración de distintos productos alimenticios (dulces, colorantes, pigmentos, saborizantes, etc.). Uno de estos productos mencionados es la goma natural, obtenida de diversas partes de la planta: de las semillas o como exudado del árbol; las que generalmente se utilizan como espesantes y emulsionantes de alimentos.

De acuerdo con un informe de Chemical Marketing Reporter (Food Additives 1994), las gomas y las emulsiones representaron aproximadamente el 10 % del negocio de los aditivos alimenticios con un valor de más de US\$ 10 mil millones en 1993; esta cifra ha ido incrementando a lo largo de los años, estimándose un crecimiento anual de 4%. Los Estados Unidos es el más grande mercado para gomas naturales, ya que representa aproximadamente US\$ 500 millones en ventas anuales. En comparación las importaciones hacia la Unión Europea de gomas y resinas en 1994, alcanzó aproximadamente un valor de US\$ 530 millones. En el Perú, se han identificado al menos dos tipos de gomas naturales, de origen forestal, caracterizadas por su forma de obtención: la goma de tara (*Caesalpineia spinosa*) obtenida a partir de las semillas del fruto de la planta y que ya tiene aceptación del mercado internacional por sus cualidades para la industria de alimentos, brindando una ganancia en 1993 de US\$ 6,5 millones gracias a su exportación; y la goma de sapote (*Capparis scabrida*).

En el caso de la goma natural de sapote (*Capparis scabrida*), obtenida de la exudación del árbol de la especie mencionada, es de producción limitada y ha sido utilizada por algunas empresas en la industria nacional de alimentos como insumo para la elaboración de algunos productos alimenticios, obteniéndose buenos resultados, debido a sus buenas propiedades físicas y químicas. La goma de sapote es obtenida por árboles productores en la región del

Bosque Seco del Norte, identificándose a los departamentos de Lambayeque y Piura como principales zonas productoras, sin dejar de lado al departamento de Tumbes.

La falta de información o conocimiento técnico de las características físico-químicas de esta goma, es un problema que dificulta su comercialización y el interés para su obtención y/o mejora de su producción. Al respecto se sabe que hay pocas investigaciones realizadas sobre la goma de sapote y las que existen no toman en cuenta el origen de la planta (altura o diámetro) y su calidad de sitio, variables que se presumen importantes para poder determinar los factores de calidad del producto. Asimismo aún no se ha caracterizado por completo la dendrología del género *Capparis*, lo que daría lugar a una aparente variedad de especies dentro de este género, fuentes para la producción, dando lugar a una posible variación en la calidad del producto.

En base a lo anteriormente expuesto, en la presente investigación se desarrolló un estudio de evaluación de las características físico-químicas de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) proveniente de Lambayeque, así como el rendimiento de estos árboles en cuanto a producción de goma, intentando determinar el mejor método de extracción, en función de las características del árbol (altura y diámetro) y calidad de sitio. Se busca de esta manera contribuir con la escasa información existente sobre el tema. Asimismo se comparó la compatibilidad de la goma de sapote con otras gomas naturales actualmente utilizadas en el mercado nacional e internacional, con el fin de determinar su potencial uso en distintas industrias.

Mediante lo ya mencionado, se propone al mismo tiempo beneficiar al Santuario Histórico Bosque de Pómac, así como al distrito de Olmos, brindándole información básica que pueda ser divulgada para un buen manejo del recurso forestal sapote (*Capparis scabrida*) en toda la región y como una posible alternativa para promover favorablemente la economía local y/o regional con el fin de ayudar a solucionar de cierta manera dos problemas tan fuertes en estas zonas como son la deforestación y la pobreza.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 ANTECEDENTES

#### 2.1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESPECIE

**Nombre científico:** *Capparis scabrida* H.B.K.

**Nombre común:** Sapote o Zapote (Perú)

**Sinónimos:** *Capparis angulata* R&P

Engler (1964) ubica al sapote taxonómicamente en:

Reino : Plantae  
División : Fanerógamas  
Sub – División: Angiospermas  
Clase : Dicotiledóneas  
Sub-clase : Archichlamideas  
Orden : Papaverales  
Familia : Capparaceae  
Sub – Familia : Capparidae  
Género : Capparis  
Especie : Capparis scabrida H.B.K.

### 2.1.2 GENERO CAPPARIS

Según MacBride, la familia Capparaceae comprende unos 46 géneros con 800 especies propias de las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Con respecto al género *Capparis* menciona unas 350 especies, de las cuales 18 se encuentran en el Perú y son las siguientes (Escurra, 1986):

- *Capparis scabrida* H.B.K.
- *Capparis baducca* L.
- *Capparis cordata* R&P
- *Capparis eucalyptifolia* Haught
- *Capparis flexuosa* L.
- *Capparis gaudichaudiana* Eichl
- *Capparis indica* (L) Fawc
- *Capparis lauriana* H.B.K.
- *Capparis macrocarpa* R&P
- *Capparis magnifica* Gilg
- *Capparis mollis* H.B.K.
- *Capparis nitida* R&P
- *Capparis odoratissima* Jacq
- *Capparis ovalifolia* R&P
- *Capparis quina* Macbr
- *Capparis achunkei* Macbr

- *Capparis sola* Macbr
- *Capparis tarapotensis* Eichl

### 2.1.3 ORIGEN

Esta especie es originaria de la región tropical de América, principalmente de la costa norte peruana y sur del Ecuador. En el Perú, su área de dispersión está circunscrita a las zonas costeras de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad. (León, 1956)

El género *Capparis* incluye más de 350 especie de origen tropical o subtropical presentes en diversos continentes. En América, este género puede ser ubicado en países como Perú, Ecuador, Colombia, Venezuela, Bolivia, Costa Rica, Panamá y Brasil. (León, 1956)

### 2.1.4 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

El sapote (*Capparis scabrida*) es una planta xerofítica siempre verde que está distribuida desde la parte occidental del Ecuador y penetra hasta la costa peruana llegando aproximadamente hasta los 10°18', es decir, hasta los cauces secos de La Zorra, situado entre el río Huarmey (Casma) y Fortaleza (Paramonga), comprendiendo su dispersión natural mayormente a las zonas costeras de los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad; desde cerca del nivel del mar hasta los 2600 m.s.n.m. (Gutiérrez, 1953)

Asimismo se afirma que esta especie puede inclusive llegar a desarrollarse en las vertientes occidentales y valles interandinos, viviendo siempre asociada a otras especies de *Capparis* como *Capparis ovalifolia* (bichayo), *C. cordata* (satuyo), *C. mollis* (margarito) y junto a *Prosopis pallida* (algarrobo), lo que contribuye a las formaciones xerófitas de la Costa y los Andes. (Escurra, 1986)

En las llamadas Pampas de Cayaltí y de Cajan se elevan sobre el suelo arenoso individuos dispersos de *Capparis scabrida* (sapote) y *Capparis ovalifolia* (bichayo). En la llanura situada entre Ferreñafe y Batán Grande constituye una vegetación principal. (León, 1956)

Al este y noreste de Yllesca, existe una vegetación compuesta por estas plantas leñosas; asimismo en la silla de Paita, donde se presentan arbustos que probablemente nacieron después de las lluvias veraniegas de años pasados; pueden observarse también en las zonas de Querocotillo y Sullana. En la cuenca de Bellavista-Jaén, se aprecian arbustos y pequeños árboles de *Capparis scabrida* en pisos macrotérmicos y pluviifolios entre 900 y 1100 m.s.n.m. (León, 1956)

Según estudios, se verifica plantaciones de sapote (*Capparis scabrida*) alrededor de los 5° latitud sur y pisos de 900 y 1000 m; caracterizándose por presentar bosques fluviifolios, con árboles que se deshojan durante la estación seca (Weberbauer, 1945). El *Capparis scabrida* se desarrolla en la franja latitudinal subtropical, ocupand una superficie de 1300 Km<sup>2</sup>, que representa el 0,78 % del área territorial del país. (ONERN, 1973)

Dependiendo de la zona, el sapote (*Capparis scabrida*) posee distintas densidades por unidad de área; en la zona de Batán Grande (Bosque seco Denso de Llanura) alcanza en promedio una densidad de 30-40 árboles/ha, luego del algarrobo, que posee una densidad de hasta 130 árboles/ha en la misma zona. (INRENA y Proyecto Algarrobo, 2003a)

El Mapa e Inventario Forestal de Lambayeque, identifica la existencia de 5 tipos de bosques y 2 asociaciones vegetales dentro de las 619,613 ha de Bosques secos del Departamento: Bosque seco semidenso de Llanura (BssLl), el cual posee la menor extensión de todos con apenas 2 % del total de la extensión de los Bosques secos de Lambayeque; Bosque seco ralo de Llanura (BsrLl), el cual posee la mayor abundancia con el 39 % del total; Bosque seco de Colina (BsC), con 25 % de la extensión total; Bosque seco tipo Sabana (BsS), Bosque seco de Establecimiento (BsE), Chaparral (Ch) y Matorral (M). Los Bosques densos de Llanura no figuran en el Mapa Forestal a nivel del Departamento por existir extensiones pequeñas, sin embargo existe dentro del ámbito de Batán Grande, donde se conserva de mejor manera el equilibrio ecológico de este tipo de ecosistema y los mejores individuos de la especie *Prosopis pallida* y *Capparis scabrida*. (Calderón, 1999)

En el Cuadro N° 1 se muestran los tipos de bosques secos donde se puede encontrar individuos de sapote (*Capparis scabrida*) dentro del departamento de Lambayeque.

**Cuadro 1** Características de los Tipos de Bosques secos de Lambayeque

<b>TIPO DE BOSQUE</b>	<b>AREA</b> (ha)	<b>Nº</b> <b>ARB/ha</b>	<b>VOLUMEN</b> (m <sup>3</sup> )	<b>ESPECIES</b> <b>ARBOREAS</b> <b>PREDOMINANTES</b>	<b>AREAS</b> <b>REPRESENTATIVAS</b>
BssLI	12.988	134.0	34.7	Algarrobo, Sapote, Bichayo	Batán Grande, Potrerros
BsrLI	243.712	40.5	9.2	Sapote, Algarrobo, Faique, Overo	Apurlec, Humedades-Motupe
BsC	155.869	88.4	31.6	Palo santo, Hualtaco, Overo	Cerro Chalpón, Pan de azúcar
BsS	42.400	21.3	15.0	Algarrobo, Sapote, Overo, Bichayo	La Peña, Humedades-Salas
BsE	138.125	33.9	4.4	Algarrobo, Sapote, Palo verde	Alto de Lemos, la Loma-Olmos
Ch	24.887	24.0	2.1	Algarrobo, Sapote	Nuevo Arica, Zaña
M	1.650	0.0	0.0	No existe	Salinas, Mórrope

Fuente: Mapa e Inventario Forestal de Lambayeque, Proyecto Algarrobo (1993)

### 2.1.5 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El sapote (*Capparis scabrida*) es un arbusto que alcanza más o menos 1,5 a 2 m de altura en la zona de La Libertad<sup>1</sup> (zapotales de Paiján y San Pedro de Lloc) o árbol que alcanza en promedio de 3 a 8 m de altura en las zonas de Lambayeque, Piura y Tumbes (Gutiérrez, 1953), aunque en la presente investigación se ha encontrado árboles que llegan a medir mas de 12 m de altura.

Posee raíces fuertemente desarrolladas, alcanzando una longitud de 1,8 a 2 m a los 6 meses de edad en condiciones experimentales; ello se debe a que, como la planta vive en terrenos áridos, para aprovechar el agua subterránea, ella necesita crecer en profundidad. Su forma es principalmente pivotante y fusiforme, rugosa con raíces laterales desarrolladas, que se extienden paralelamente a la superficie del suelo, de color pardo blanquecino, presentando estrías muy marcadas y transversales. La raíz es carnosa cuando está tierna y puede ser horizontal al conformar matorrales para colonizar dunas. El tallo es grueso, nudoso, cilíndrico e

<sup>1</sup> Kunth, citado por (Gutiérrez, 1953), clasificó a un arbusto de Trujillo, La Libertad, y sus alrededores, como *Capparis angulata* H.B.K., cuyo nombre común es sapote.

irregular de 25 a 51 cm de diámetro, con copa globosa algo aplanada de 8 a 9 m de diámetro; sus primeras ramas se presentan, en promedio, a la altura de 1,5 a 3,5 m del fuste. Su corteza externa es de color beige o marrón parduzco, con lenticelas dispersas, apariencia agrietada y consistencia leñosa; su madera es de grano fino de color blanquecina. (Gutiérrez, 1953); ver Figura N° 1

En un trabajo de investigación, Soto et al, reporta para el área de Olmos durante la época seca, una altura promedio de sapote de 3,5 m, con una producción de, materia seca total para hojas y brotes tiernos de 3,5 Kg; mientras que para la época lluviosa (año 1983) una altura de 5,2 m con una producción de 11,2 Kg para materia seca total. (Escurre, 1986)



**Figura 1** Árbol de sapote (*Capparis scabrida*)

El árbol de sapote (*Capparis scabrida*) posee hojas grandes, simples, alternas, cortamente pecioladas, sin estipulas, el envés cremoso debido a la pilosidad estrellada, con nervaduras pronunciadas; son de borde entero, tienen formas lanceoladas-oblongas, retinervas, enteras, con el ápice y la base obtusa y pubescentes en el haz. Cuando las hojas son de mayor edad son

coriáceas, de color verde brillante y un poco ásperas. Sus dimensiones promedio son aproximadamente de 16 a 20 cm de largo por 5,5 a 8 cm de ancho. Las flores son de color amarillo verdoso, hermafroditas, actinomorfas, de pétalos libres, raramente hipóginas, periantadas; cáliz profundamente pentilobado; el androceo de estambres numerosos, libres, de filamento largo y el gineceo de ovario binocular, con ginóforo hasta de 8 cm de largo. Inflorescencias en racimos agrupados en cimas; presentan una floración no uniforme. (Gutiérrez, 1953)

El fruto es pedunculado, color verde parduzco, carnosos, bacciforme, alargado-ovoide, con la superficie cérea y de textura áspera por la presencia de abundantes pilosidades estrelladas; las suturas ováricas son marcadamente visibles, generalmente en número de 8 como promedio. El pericarpio es grueso, duro, fibroso y de color blanquecino; el fruto se abre con mucha facilidad, cuando se encuentra maduro, por las suturas ováricas dejando en libertad a las semillas. (Mac Bride, 1938). Según Sagástegui, el fruto presenta una forma bacciforme, ovoide-oblongo, multiseñado, raramente dehiscente con una longitud promedio de 8 a 18 cm, se encuentra constituido por cáscara, endospermo y semilla. Díaz, menciona un peso promedio en frutos de 104 g correspondiendo la cáscara, el endospermo y semillas 54,9, 32,44 y 16,66 g respectivamente. Estos pesos referidos a porcentajes son 52,8 % para cáscara, 31,2 % para endospermo y 16,0 % para semillas. (Escarra, 1986); ver Figura N° 2

Las semillas son generalmente uniformes y angulosas, numerosas (50 a 100) cubiertas por una pulpa blanda, algo mucilaginosa, grasosa, de color amarillo rojizo, constituyendo la parte comestibles, de sabor dulce y no desagradable. Despojado de su cubierta blanda, es de forma arriñonada cilíndrica de tamaño variable, de 10 a 12 mm de largo, por 9 a 10 mm de ancho. (Gutiérrez, 1953). El epispermo presenta abundante pilosidad; seca la cubierta presenta un color pardo y es quebradiza, separándose con mucha facilidad. El peso promedio de 100 semillas es de 45 g. (Escarra, 1986)



**Figura 2** Hojas y fruto aún no maduro de sapote (*Capparis scabrida*)

#### 2.1.6 ECOLOGÍA DE LA ESPECIE *Capparis scabrida* H.B.K.

Esta especie vive asociada a otras especies de *Capparis*, como el *Capparis ovalifolia*, *C. cordata*, *C. mollis* así como a especies como el algarrobo (*Prosopis pallida*), faique (*Acacia macracantha*), overo (*Cordia lutea*), entre otras, caracterizando estas especies las formaciones xerofíticas de la costa y de los Andes. Se encuentra íntimamente ligado a la presencia de napas freáticas relativamente altas y de las cuales toma la humedad o agua subterránea, necesaria para sobrevivir. (Gutiérrez, 1953)

El sapote (*Capparis scabrida*) en plantación tiene diferentes comportamientos fenológicos. A los 10 años de edad, se ha encontrado que solamente hay floración en el 60 % de los individuos. La época de floración es de Junio a Septiembre, etapa en la cual es visitada por una gran cantidad de abejas e insectos, permitiendo una acelerada polinización y evidente contribución a la producción de miel, de gran aceptación en el mercado local y nacional. (León, 1956)

El sapote (*Capparis scabrida*) se caracteriza por tener un follaje perenne, salvo en los meses de Noviembre a Diciembre donde se desfolia alrededor del 25 al 40 %; la floración sucede de Abril a Septiembre, siendo plena la floración en los meses de Abril a Agosto (50 al 75 %); la fructificación sucede de Julio a Noviembre, presentándose en Septiembre y Octubre la

producción de frutos verdes (50 %) y en Octubre la producción de frutos maduros (25 %), época propicia para cosechar y obtener semillas. (Gutiérrez, 1953)

El Cuadro N° 2 muestra un calendario fenológico de las principales especies forestales de los bosques secos.

**Cuadro 2** Cronograma Fenológico de las especies forestales más importantes de los Bosques Secos, en condición climática regular

ESPECIES	MESES											
	EN	FE	MA	AB	MY	JN	JL	AG	SE	OC	NO	DI
Algarrobo	fl	fr	fr		fl	fr	df	df		br	fl	fl
Sapote	fr	fr		fl	fl	fl	fr	fr	fr	fr	fr	fr
Faique	fr	fr	fr							fl	fl	fr
Overo	fl	fl	fl	fr	fr	fr	fr	df	df	df	df	df
Palo santo	fl	fl	fr			df						

Fuente: Alarcón (2003)

fl: Floración  
fr: Fructificación

df: Defoliación  
br: Brotes o retoños

Al sapote (*Capparis scabrida*) se le encuentra creciendo en estado natural y formando bosquetes principalmente en las siguientes zonas de vida:

- a) Desierto desecano Premontano Tropical (dd-PT), asociado principalmente con el algarrobo (*Prosopis pallida*) y el faique (*Acacia macracantha*).
- b) Desierto superárido Tropical (ds-T), asociado con árboles del género *Prosopis*
- c) Desierto perárido Premontano Tropical (dp-PT), asociado a especies como *Prosopis limensis*, *Capparis ovalifolia*, *Pectis sp.* entre otras.
- d) Matorral desértico Premontano Tropical (md-PT) transición a Matorral desértico tropical (md-T), siempre asociado al algarrobo (*Prosopis pallida*).
- e) Monte espinoso Premontano Tropical (me-PT), ubicándose en la franja altitudinal subtropical.

#### A) VARIABLES CLIMÁTICAS

Esta especie por lo general habita en zonas de vida que poseen una biotemperatura media anual máxima de 22,9° C y un promedio de precipitación total anual de 21,6 mm. Los factores climáticos de estas zonas de vida están directamente correlacionados con la influencia de la corriente de "El Niño" que se presenta generalmente en diciembre, produciendo una inusitada elevación de la temperatura acompañadas de lluvias tropicales. Es de advertir, que las precipitaciones no tienen un régimen regular algunos años y dicha corriente, generalmente, pasa inadvertida porque las lluvias son ligeras y no causan estragos en la agricultura o ciudades. En cambio otros veranos, como el ocurrido en 1983, las constantes e intensas precipitaciones produjeron desastres de gran magnitud. La especie tolera temperaturas extremas y soporta fuertes vientos, provenientes de la parte sur del país. (Calderón, 1999)

#### B) VARIABLES EDÁFICAS Y TOPOGRÁFICAS

Se encuentra creciendo en todo tipo de suelo, tolera los suelos con pedregosidad, pero intolerancia las sales. Los mejores individuos se encuentran creciendo en suelos francos arcillosos, tales como en la Victoria, el Porvenir (Olmos-Lambayeque), Km 50 y 65 Chulucanas (Piura). En forma achaparrada se le encuentra en suelos calcáreos pedregosos, con restos de conchas de moluscos en los sectores de Altos Negros, Peña Blanca (Sechura- Piura). Se han encontrado sapotes creciendo con sus raíces hasta profundidades superiores a 60 m. Prefiere suelos planos, con buen drenaje aunque se le encuentra creciendo en lomas, con hábito achaparrado. Crece entre los 400 hasta los 2600 m.s.n.m. (Gutiérrez, 1953)

#### 2.1.7 SILVICULTURA Y MANEJO

El sapote (*Capparis scabrida*) se propaga sin ninguna dificultad por semillas, conservando una viabilidad de 3 a 8 años. El número de semillas por fruto oscila entre 50 y 100, las mismas que presentan un porcentaje de germinación sobre el 65 %. La escarificación más frecuente es la del remojo en agua fría por 24 horas. (Calderón, 1999)

La forma de dispersión de las semillas en el bosque es principalmente a través del ganado (caprino 80 %), previamente escarificadas en el tracto digestivo del animal, distribuyéndolas en el recorrido que efectúan durante el pastoreo, estas semillas algunas veces permanecen en el campo por varios años, hasta la ocurrencia de precipitaciones pluviales ocasionadas por el fenómeno de “El Niño”, lo que posibilita la regeneración de estos bosques. Existen otras formas de diseminación a través del viento, aves y el zorro costero (*Ducsicyon sechurae*). (Calderón, 1999)

Las semillas se siembran directamente en bolsas conteniendo el sustrato preparado previamente. Se recomienda colocar dos semillas por bolsa, las cuales permanecen en condiciones de ambiente, después de haber estado bajo tinglado durante 30 días. La plantación se efectúa a un distanciamiento de 8 x 8 m (156 plantas/ha). Los hoyos más utilizados son de 40 x 40 x 50 cm de profundidad y previo a la plantación se aplica una lata (5 Kg) de guano de corral previamente descompuesto. (Gutiérrez, 1953)

Acepta el trasplante a raíz desnuda en suelo definitivo. El requerimiento hídrico de esta especie es de 20 L/planta irrigada mensualmente hasta los 12 meses, momento en el cual se le suspende el riego. Uno de los escasos estudios realizados sobre la silvicultura del sapote (*Capparis scabrida*), se refiere a los efectos de los volúmenes de riego; efectuándose ensayos con 4 niveles de riego: 5, 10, 20 y 40 L/planta. El mayor crecimiento se obtuvo con riegos de 40 L/planta, alcanzando una altura de 1,41 m y diámetro de 5,6 cm frente al menor volumen de 5 L/planta con 1,30 m de altura y 4,5 cm de diámetro. (FAO, 1980)

El sapote (*Capparis scabrida*) es una especie de crecimiento lento. No obstante, bajo condiciones extremas es más resistente que el algarrobo (*Prosopis pallida*), como se ha podido constatar en varias zonas, como Olmos, en las que las lluvias de los últimos años han sido prácticamente nulas. La producción de sapote se inicia aproximadamente al año 8, con 5 a 20 frutos por árbol. A los 10 años de edad presenta una altura de 3 m en promedio. (Gutiérrez, 1953)

### 2.1.8 SUCEPTIBILIDAD A DAÑOS Y ENFERMEDADES

No se han reportado oficialmente sobre plagas y/o enfermedades en plantones de sapote (*Capparis scabrida*).

Esta especie es susceptible a los cortes, de los cuales brotan gomas (exudaciones vasculares) que muchas veces, al no cicatrizarse uniformemente, permiten el acceso de insectos que dañan a la madera. (Ferreyra, 1983)

Durante la presente investigación se pudo notar que el sapote (*Capparis scabrida*) se ve muchas veces afectado por una planta parásita, que los pobladores del lugar denominan “leque” o “suelda con suelda del sapote”, ya que se ha visto que esta misma planta parasita al algarrobo algunas veces y la denominan “suelda con suelda del algarrobo”; ver Figura N° 3. Esta planta parásita se aloja en las heridas que presentan muchas veces los árboles, producto del trabajo de los pájaros carpinteros principalmente, y de las cuales brota generalmente goma. Aunque no se sabe con exactitud como es que llega a estos árboles ni de donde proviene. En algunos casos se ha podido observar que el “leque” presenta floraciones de color anaranjado-rojizo.



**Figura 3** Imagen del “leque” o “suelda con suelda” en momento de floración

El fruto es atacado fácilmente por aves que habitan en la zona y por insectos que aún no han sido identificados. (Gutiérrez, 1953)

#### 2.1.9 IMPORTANCIA ECONÓMICA Y USOS

Su gran adaptabilidad a los ecosistemas desérticos, su buen desarrollo radicular y capacidades de captación de humedad a grandes profundidades, le otorgan singulares características como especie fijadora de dunas y médanos. (FAO, 1980)

Es una especie de importancia por sus múltiples usos, pues, además de la protección que otorga contra la erosión y degradación de los suelos, posee un excelente forraje, el cual es la fuente principal de agua y vitamina C para distintas especies animales, aportando también a estos un efecto benéfico de celulosa en la dieta, retardando el paso del contenido intestinal y permitiendo una mayor eficiencia en la absorción de vitaminas (Escrura, 1986); sus flores tienen gran potencial melífero el cual es utilizado por muchas comunidades; su madera de grano fino, color blanquecino amarillento, es de gran uso en la artesanía; también es utilizado como leña para la cocción de artesanías de barro, en la elaboración de ladrillos, panes y necesidades domésticas. (Proyecto Algarrobo, 1991)

En la pulpa del fruto se han encontrado proteínas, hidratos de carbono, grasa, mucílagos, resinas, ácidos orgánicos, taninos, saponinas, calcio, fierro, magnesio, sodio y potasio. Asimismo sus semillas contienen glucósidos, ácidos orgánicos, grasas, resinas, taninos, saponinas, calcio, fierro, magnesio, potasio y sodio. La pulpa fresca y madura del sapote contiene el 15 % de hidratos de carbono, 19 % de proteínas, 6 % de grasas, también se ha determinado la presencia de vitamina "A" y vitamina "C" indicando que los frutos de *Capparis scabrida* poseen un alto valor nutritivo. (INRENA, 1991)

Produce por exudación una goma de óptima calidad cuyas propiedades espesantes, emulsionantes y estabilizantes preparadas le dan muchas aplicaciones, desde la estabilización de emulsiones hasta la preparación de tabletas y píldoras, siendo quizás la más importante de todas su uso en la industria como aditivo alimenticio. Asimismo esta goma es utilizada tradicionalmente por las comunidades locales como pegamento o medicina; de las semillas se

produce aceite para consumo humano, teniendo así la posibilidad de su inmediata industrialización. (FAO, 1980)

La hojarasca es comestible por el ganado caprino y ovino al estado seco, no así el fruto (semillas) que al ser ingeridas por las hembras en estado de gestación produce abortos prematuros. Sin embargo el mucílago que cubre las semillas es comestible por porcinos como parte de su dieta. (Proyecto Algarrobo, 1991)

## **2.2 ZONAS DE ESTUDIO**

Este estudio de investigación se llevó a cabo en dos zonas. La primera zona se encuentra dentro del ámbito del Santuario Histórico Bosque de Pómac, ex hacienda de Batán Grande, provincia de Ferreñafe. La segunda zona de estudio está ubicada en el distrito de Olmos, provincia de Lambayeque.

### **2.2.1 SANTUARIO HISTÓRICO BOSQUE DE POMAC**

#### *A) DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO*

El Santuario Histórico Bosque de Pómac, ex Hacienda de Batán Grande, se ubica en el distrito de Pítipa (Valle de La Leche, región de Lambayeque) a 11,5 Km de la localidad de Ferreñafe y a 31,5 Km de la ciudad de Chiclayo. Se ubica entre los 6°22'22" y los 6°33'35" de latitud sur con relación al ecuatorial y los 79°38'35" y los 79°51'49" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Se encuentra a una altitud promedio de 80 m.s.n.m. Esta zona fue conocida en lengua Muchik como Sicán o "Casa de la Luna". Este gran ecosistema forma parte de la Zona de Endemismo Tumbesina y es considerado a nivel mundial como un área prioritaria para la conservación, incrementando su nivel de importancia debido a que en el Santuario se conserva además el complejo de pirámides más importante del país y numeroso de Sudamérica, que en un determinado momento llegó a ser el centro de desarrollo de la cultura Sicán. (Municipalidad Provincial de Ferreñafe, 2006)

La Figura N° 4 muestra un mapa de ubicación geográfica del Santuario Histórico Bosque de Pómac.





**Figura 5** Vista panorámica de una pequeña sección del Santuario Histórico Bosque de Pómac

Según el Sistema de Clasificación de Zonas de Vida de Holdridge, L.R., el Santuario Histórico Bosque de Pómac, se encuentra ubicado dentro de las zonas de vida conocida como Desierto superárido Premontano Tropical (dd-PT) y Desierto superárido tropical (ds-T). De acuerdo a las Ecorregiones de Brack Egg, A. esta zona se encuentra dentro de la llamada provincia biogeográfica Bosque Seco Ecuatorial, dentro del cual, según la fisiografía y composición florística, en relación con la densidad arbórea, se le considera un Bosque Seco Denso de Llanura. (INRENA y Proyecto Algarrobo, 2003a)

#### *B) CLIMA*

La climatología de la zona de estudio fue determinada según los datos de la estación meteorológica *Isla Lobos de Afuera*, ubicada en el departamento de Lambayeque a  $6^{\circ}56'07''$  de latitud y a  $80^{\circ}43'20''$  de longitud y a una altitud de 27 m.s.n.m. Propio del Bosque Seco Ecuatorial, en la mayor parte del año es seco, cálido y soleado durante el día y por el atardecer es fresco y con vientos regulares. Presenta lluvias esporádicas durante los meses de Diciembre

– Abril, con mayor incidencia en los años en que ocurre el evento El Niño. Posee una biotemperatura media anual de 22,9° C. El promedio de evapotranspiración total por año varía entre 32 y 64 veces el valor de la precipitación, la cual en los últimos años ha sido bastante escasa, con un promedio máximo total por año de 21,6 mm y uno mínimo de 2,2 mm. (INRENA y Proyecto Algarrobo, 2003a)

### *C) RELIEVE Y SUELOS*

Según la guía explicativa del Mapa Ecológico del Perú (1995), esta zona de estudio se encuentra ubicada en un terreno donde predominan suelos delgados de naturaleza litosólica esencialmente y los regosoles de naturaleza arenosa son bastante frecuentes en las zonas más altas.

### *D) ECOLOGÍA*

La caracterización definitiva como Santuario Histórico Bosque de Pómac, establecerá una base sólida para enfrentar la deforestación y pérdida de la calidad genética de las especies de flora y fauna silvestres. Definirá también los lineamientos para promover las modalidades e intensidad del aprovechamiento indirecto para la conservación y manejo de esta área natural protegida y su área de influencia. El Santuario Histórico Bosque de Pómac protege el 0,2 % del total que abarca el Desierto Pacífico Tropical. Se desarrolla sobre dos de las tres zonas que abarca el mencionado desierto (el desierto superárido Tropical y el desierto superárido Premontano Tropical). Alberga la formación natural de algarrobo más importante del país. (Ministerio de Agricultura, 2006)

Posee una diversidad biológica alta, especialmente de las aves (26 especies de aves y 7 de mamíferos), aún cuando el bosque está degradado. El Bosque de Pómac es el principal refugio de una fauna silvestre que se ha adaptado plenamente a este ecosistema, al punto de ser muchas de las especies endémicas. (INRENA, 1991)

### E) VEGETACIÓN

Posee varias comunidades vegetales como los bosques densos y semidensos, matorrales y algarrobales (ver Figura N° 6). El algarrobal es la comunidad boscosa que domina el norte del país. (INRENA y Proyecto Algarrobo, 2004)

El algarrobal esta asociado principalmente con el sapote (*Capparis scabrida*) y en menor proporción con el faique (*Acacia macracantha*), el bichayo (*Capparis ovalifolia*) y algunos arbustos. Este bosque tiene un alto valor económico, en productos no maderables como la recolección de algarroba, miel y ecoturismo. (Ministerio de Agricultura, 2006)

Según el inventario forestal realizado en 1997, en el Santuario Histórico Bosque de Pómac se determinaron 4 tipos de unidades vegetales (Calderón, 1999):

- a) Bosque de *Prosopis* (Tipo 1): caracterizado por una abundancia absoluta de algarrobos (94.4 árboles/ha), sobre el sapote (13 árboles/ha)
- b) Bosque de *Prosopis* - *Capparis* (Tipo 2): con dominancia absoluta y compartida de algarrobo y sapote, en proporción al 50 %, en algunas áreas con ligera dominancia de sapote. El algarrobo se presenta con dominancias de 38 árboles/ha y el sapote con dominancias de 45 árboles/ha.
- c) Bosque de *Capparis* (Tipo 3): existe una dominancia muy marcada de sapote con una presencia baja de algarrobos que no supera el 30 %.
- d) Bosque chaparral (Tipo 4): se desarrolla en áreas marginales y tipifica la transición entre los bosques de *Prosopis* y el desierto o arenal. En este bosque la cantidad de algarrobo y sapote no son significativos.

### F) USO ACTUAL Y POTENCIAL DE LAS TIERRAS

Según la clasificación de suelos por su capacidad de uso mayor, la región esta clasificada como X-P3-c(t): Tierra de protección con tierras aptas para pastos temporales que permite el uso para sostener ganadería económicamente productiva, capacidad agroecológica baja y limitado por el clima. (ONERN, 1982)



**Figura 6** Vista satelital de la vegetación del Santuario Histórico Bosque de Pómac (ex Hacienda Batán Grande)

### *G) USO PRODUCTIVO DE LOS RECURSOS NATURALES*

Los aprovechamientos tradicionales en la zona del Santuario Histórico Bosque de Pómac y sus alrededores han sido desde hace mucho tiempo la ganadería (ganado caprino y ovino), la producción de miel y algarrobina y la producción de carbón y leña, actividades, estas últimas, que en las últimas décadas han sido motivo de una gran deforestación en la zona. El exceso de la carga ganadera y las cortas abusivas de las especies más valiosas, en muchos casos, han transformado el paisaje original en un denso e improductivo matorral. Además de los usos citados, en estos bosques, existen otros recursos de carácter no maderero como los exudados vasculares (gomas), los cuales son utilizados por las personas de las localidades cercanas como pegamento o medicina para animales. (Morizaki, 1996)

### *H) ASPECTOS CULTURALES*

Dentro de la extensión del Santuario, se encuentra el Complejo Arqueológico de Pómac, centro de desarrollo de la cultura Sicán (casa o templo de la luna). La denominación Sicán se refiere a la cultura que emergió de la Región Lambayeque a partir de los 750 d.C., cuyos antecedentes son la cultura Mochica y las culturas contemporáneas Cajamarca y Wari – Pachacámac. Durante el periodo 900 – 1100 d.C., la cultura Sicán llegó a su máximo esplendor, luego el reino Chimú conquistó a la gente y territorio Sicán. (Museo Nacional Sicán, 2006)



**Figura 7** Vista de la Huaca Rodillona en el Santuario Histórico Bosque de Pómac

Su arte era fundamentalmente religioso dominado por la deidad Sicán que evoca al místico Naylamp, fundador de la primera dinastía de los Reyes Lambayecanos y el Señor Sicán. El primero representa las fuerzas celestiales para la vida y la abundancia y el segundo a la cara oculta del dios en la tierra. (Museo Nacional Sicán, 2006)

El complejo está conformado por un conjunto de más de 20 pirámides de adobe y barro distribuidas en una superficie de 45 Km<sup>2</sup>. Entre sus principales pirámides tenemos: Botija, Colorada, Ingenieros, Huaca Loro (ó El Oro), Merced, Sontillo, Abejas, Ventanas, Rodillona, Facho, Cholote, Arena, Corte, entre otras; las cuáles sobresalen y se confunden entre el bosque. Entre sus legados destaca sus tecnologías en trabajos de cerámica y metales, sobresaliendo sus técnicas en cobre arsenical, que representó la llegada de la “edad de bronce” al norte de nuestro país; así mismo se desarrollaron técnicas agrícolas perfeccionadas. Se puede decir que casi el 90 % de los objetos de oro exhibidos del antiguo Perú tienen como procedencia las tumbas de la élite Sicán enterrada alrededor de los Centros Ceremoniales de nuestro Santuario Histórico Bosque de Pómac. (Museo Nacional Sicán, 2006)

## 2.2.2 DISTRITO DE OLMOS

### *A) DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO*

El distrito de Olmos se ubica en el extremo norte de la provincia de Lambayeque, a aproximadamente 80 Km de la ciudad de Chiclayo. Se sitúa entre los 5°24'41" y los 6°00'26" de latitud sur con relación a la ecuatorial y entre los 79°28'03" y los 80°37'43" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Limita al norte con las provincias de Piura y Morropón, departamento de Piura; al sur con los distritos de Mórrope, Motupe, Jayanca y Pacora; al este con la provincia de Huancabamba y el distrito de Salas; y al oeste con la provincia de Sechura. En la actualidad el territorio del distrito de Olmos, abarca la cantidad de 533 525 has, equivalente al 57 % de la superficie total de la provincia de Lambayeque y el 38 % del departamento del mismo nombre, constituyéndose de esta forma en el distrito más extenso del departamento. Cabe mencionar que el 73 % del distrito de Olmos (390 467 has), lo comprende la superficie forestal (bosques, montes y matorrales) y que solo Olmos posee más del 50 % de los bosques secos de la región. (INRENA y Proyecto Algarrobo, 2003c)

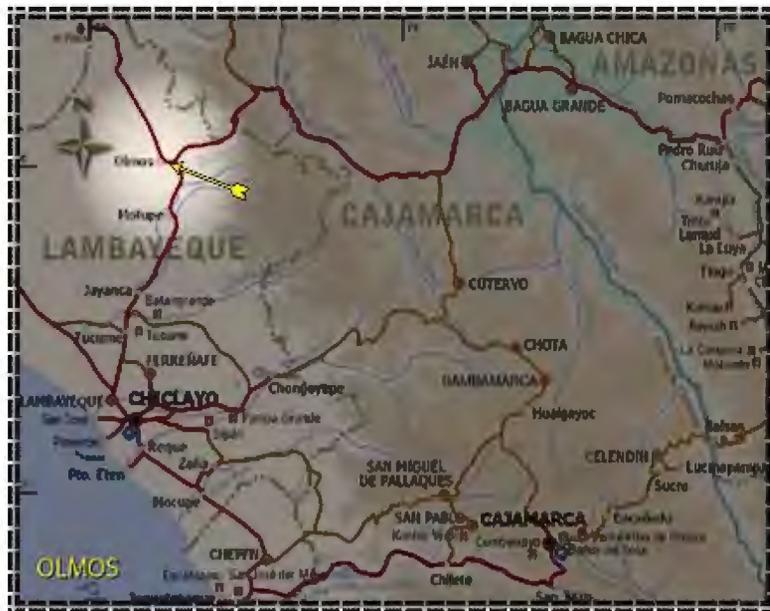


Figura 8 Mapa de ubicación geográfica del distrito de Olmos

Según el Sistema de Clasificación de las Zonas de Vida de Holdridge, L.R., esta zona posee ocho de las ochenta y cuatro zonas de vida determinadas en el ámbito nacional, y en seis de ellas, tanto el sapote (*Capparis scabrída*) como el algarrobo (*Prosopis pallida*), crecen en gran abundancia. Las zonas de vida que presenta este distrito son las siguientes:

- a) Desierto desecano Premontano Tropical (dd-PT)
- b) Desierto superárido Premontano Tropical (ds-PT)
- c) Desierto superárido tropical (ds-T)
- d) Desierto perárido Premontano Tropical (dp-PT)
- e) Matorral desértico Tropical (md-T)
- f) Matorral desértico Premontano Tropical (md-PT)
- g) Monte espinoso Premontano Tropical (mte-PT)
- h) Bosque seco Premontano Tropical (bs-PT)

De acuerdo a las ecorregiones de Brack Egg, A. esta zona se encuentra dentro de la llamada provincia biogeográfica Bosque Seco Ecuatorial, dentro del cual, según la fisiografía y composición florística en relación con la densidad arbórea, se le considera, en la mayor parte de su extensión, un Bosque Seco Ralo de Llanura y un Bosque Seco semi Denso de Llanura. (INRENA y Proyecto Algarrobo, 2003b)

#### *B) CLIMA*

Por su ubicación geográfica le correspondería tener un clima tropical, pero la cordillera de los Andes que lo atraviesa de sur a norte forma una barrera que retiene, por su flanco oriental, las masas de aire cálido húmedas provenientes del norte amazónico, condicionando los rasgos de aridez y semiaridez de la región interandina y andina occidental. (INRENA y Proyecto Algarrobo, 2003b)

La temperatura mínima más baja alcanza valores de 14,9° C en el mes de Julio. La temperatura máxima es de 34,3° C en los meses de Febrero y Marzo. Los mayores valores de precipitación se registran en el mes de Marzo, alcanzando valores de 73 mm, aunque estos valores se han visto afectados en los últimos años, ya que la precipitación ha sido escasa. En el invierno, la lluvia es prácticamente insignificante, sumando al final del año un acumulado de 141,5 mm. (SENAMHI, 2000)

#### *C) RELIEVE Y SUELOS*

El suelo de esta zona es casi llano, presentando elevaciones de poca altitud. Destacan algunos cerros provenientes de las estribaciones andinas occidentales y otros ubicados con dirección hacia el mar. Se aprecian igualmente lomas, abras, quebradas y pampas en casi toda la razón del norte del distrito. Los suelos predominantes en el área de estudio pertenecen al grupo de los yermosoles, que se caracterizan por ser delgados y muy poco desarrollados. Le siguen en abundancia los suelos de tipo solochaks órticos de elevada salinidad. Asimismo se presentan los regosoles eútricos de textura arenosa. (INRENA y Proyecto Algarrobo, 2003a)

#### D) ECOLOGÍA

El distrito de Olmos alberga grandes extensiones de las especies forestales más representativas de los Bosques Secos del Norte como son el algarrobo (*Prosopis pallida*), sapote (*Capparis scabrida*), faique (*Acacia macracantha*), palo santo (*Bursera graveolens*), overo (*Cordia lutea*), hualtaco (*Loxopterigium huasango*), palo verde (*Parkinsonia aculeata*), entre otros; así como una gran variedad de especies de fauna como la pava aliblanca (*Penélope albipennis*), zorro (*Pseudalopex sechurae*), lagartija (*Tropidurus occipitalis*), ardilla (*Sciurus stramineus*), huerequeque (*Burhinus superciliaris*), picaflor o run run (*Amazilia amazilia*), entre otros. (Municipalidad Distrital de Olmos, 2006)

Cabe mencionar que al poseer Olmos más del 50 % del área de bosques secos de la región, es fuente prioritaria de néctar para la producción de miel de abeja (principalmente orgánica), calculándose su producción potencial de miel en 1800 TM, pudiéndose estimar el enorme potencial, al tener en cuenta que actualmente en la región se produce un total de 1000 TM por campaña de las cuales, alrededor del 25 %, provienen de Olmos. (INRENA y Proyecto Algarrobo, 2003c)

#### E) USO ACTUAL Y POTENCIAL DE LAS TIERRAS

De acuerdo al Mapa de Capacidad de Uso Mayor de las tierras del Perú, se puede observar que el 28 % de los suelos de este distrito tienen calidad agrológica alta y media (A1 (r) y A2 (r)), siendo aptos para cultivos intensivos siempre y cuando cuenten con riego permanente. El 25 % son tierras aptas para pastos y forestales (P3e(t)-P3e) con limitaciones climáticas (aridez). El 37 % son tierras de protección aunque con aptitud para pastos o cultivos permanentes (X-P3e(t)) de superarse las limitaciones por déficit de agua. Finalmente un significativo 10 % lo comprenden las zonas desérticas y por debajo del nivel del mar, tierras de protección (X), con serios problemas de salinidad. (ONERN, 1982)



Figura 9 Vista satelital del Distrito de Olmos

#### *F) USO PRODUCTIVO DE LOS RECURSOS NATURALES*

Este privilegiado distrito reúne características de la más elevada calidad agrológica para cultivos en limpio o intensivos, principalmente de frutales como el limón, mango, maracuyá, entre otros, debido a sus terrenos de topografía plana, bien drenados y altamente mecanizables. Sin embargo, por las condiciones climáticas de aridez, el recurso hídrico es la mayor limitante, exigiendo necesariamente de riego permanente para la producción sostenida de los cultivos. Asimismo, este distrito cuenta con actividades como la apicultura, ganadería menor (ganado ovino y caprino) y recolección de algarroba, así como la producción de leña y carbón principalmente, aunque actualmente está cobrando fuerza la extracción y comercialización de tucos de sapote para artesanías. (Municipalidad Distrital de Olmos, 2006)

#### *G) ASPECTOS CULTURALES*

Con la inclusión en el Corredor Biológico Gran Chaparrí, creado por el Gobierno Regional de Lambayeque, los bosques de las cuencas de Olmos y Cascajal son considerados objeto prioritario de conservación por contener muestras representativas de la biodiversidad y procesos biológicos de estos ecosistemas, considerados únicos a nivel mundial; iniciativa que se suma a su vez con un corredor biológico binacional con Ecuador. Esto significa, la promoción de actividades productivas sostenibles como la apicultura ecológica, la agricultura orgánica y una oportunidad para el ecoturismo, actividad en la cual, el distrito es privilegiado contando con valiosos recursos, entre ellos sitios de avistamiento de pava aliblanca (*Penélope albipennis*), como las quebradas San Isidro y Querpón, y proyectos de conservación y reintroducción de fauna como el Zoocriadero Bárbara D´achille y el Zoocriadero de Crax Perú. (Municipalidad Distrital de Olmos, 2006)

Olmos se enmarca particularmente dentro de la tendencia de diversificaciones de oferta turística regional, contando con importantes valores histórico – culturales, como por ejemplo muestras representativas de la Cultura Cupisnique como son los petroglifos de Boliches, además posee una rica gastronomía y oferta de cultura viva, “la cultura del desierto”, como posibilidades a corto plazo de agroturismo para visitantes tanto nacionales como extranjeros. (Municipalidad Distrital de Olmos, 2006)

## 2.3 GOMAS NATURALES

### 2.3.1 DEFINICIÓN

Las gomas pueden definirse en sentido amplio como cualquier polisacárido de cadena larga, soluble en agua, e insoluble en aceites o solventes orgánicos como hidrocarburos, éter y alcohol, que puede ser extraído a partir de vegetales, terrestres o marinos, o de microorganismos, que poseen la capacidad, en solución, de incrementar la viscosidad y/o de formar geles. (Whistler y Daniel, 1985)

Se define a las gomas como moléculas de alto peso con características hidrofílicas o hidrofóbicas que, usualmente, tiene propiedades coloidales, con capacidad de producir geles al combinarse con el solvente apropiado. De este modo, el término goma, se aplica, a una gran variedad de sustancias con características gomosas (Walker, 1984). Por otro lado se utiliza el término goma para referirse a polisacáridos o sus derivados obtenidos de plantas o por procesos microbiológicos, que al dispersarse en agua fría o caliente, producen soluciones o mezclas viscosas. (Whistler, 1973)

En muchos libros de texto o artículos sobre gomas, estabilizantes, hidrocoloides y especies de similar función y estructura, los autores encuentran mucha dificultad para definir sus términos. El término goma, está basado en características físicas y en el origen de los materiales en cuestión. Inicialmente las gomas pueden ser descritas como exudados vegetales solubles o dispersables en agua, pero deben incluir en ellas los polisacáridos microbianos y las gomas vegetales químicamente modificadas, además de un complemento referido a los polisacáridos de origen animal. Esta definición excluye a las proteínas y polímeros sintéticos que pueden ser utilizados como gomas en aplicaciones prácticas. Consecuentemente las gomas pueden ser entendidas como polisacáridos de cadena larga que pueden ser poco, mucho o nada ramificados, pero que deben interactuar con el agua. (Walker, 1984)

Se debe tener en cuenta que las gomas de origen vegetal pueden ser obtenidas de distintas maneras. Pueden ser producidas por exudación, por lo general del tallo o ramas de un árbol, aunque en algunos casos de la raíz, como respuesta patológica a una herida en la planta; se pueden también obtener aislando el endosperma de algunas semillas; o bien pueden obtenerse de algunas algas marinas. (Fennema, 1993)

Se han hecho varios estudios respecto al metabolismo de formación de algunas gomas en las plantas. Howes reporta que, en algún momento se ha creído que la goma es parte o porción del metabolismo normal de una planta, y en este sentido un resultado natural o fisiológico, antes que un producto patológico. Algunas gomas se originan de esta manera y pueden ser parte del contenido de células normales, como la goma de azúcar de remolacha. Otros creen que las gomas deben su origen a infecciones del tejido por algunas formas de microorganismos. En algunos casos la producción de gomas ha sido atribuido al ataque de hongos, estos hongos son responsables de la penetración de las enzimas en los tejidos y la transformación de las células en goma. Esto puede ser el origen de la goma producida por la enfermedad “gomosis” de ciertos árboles caducos y otros tantos. En cambio el origen de la goma tragacanto por ejemplo, y otras gomas relacionadas, son producidas dentro de la planta por la transformación de las paredes de la célula y zonas adyacentes de la capa medular; esta luego, absorbe agua para hincharse y ejercer presión sobre el contorno de los tejidos circundantes. Como consecuencia, eventualmente exudan desde los tallos debido a lesiones o daños causados. (Rojas, 1991)

Algunos estudios mencionan que las gomas son sustancias que exudan de los órganos vegetales, después de un traumatismo: la secreción tiende a taponar la herida; es posible que esta secreción esté en relación con las condiciones climáticas: sería en tal caso una manifestación de un proceso de adaptación a la sequedad. Estas secreciones, se concentran por desecación y son insolubles en disolventes orgánicos, lo que las diferencia de las resinas. Las gomas se forman en la región cambial y, en el caso más común, invaden progresivamente las capas titulares externas, en este caso se dice que la exudación de la goma es centrífuga ya que la goma se desplaza desde la parte interna del árbol hasta las capas externas. La formación de gomas se realiza a expensas de las membranas celulares, interviniendo un proceso enzimático. Puede suceder que la exudación de goma sea centrípeta: la goma se almacena entonces bajo presión en la médula. Las gomas tienen una estructura compleja, la presencia de al menos un ácido hexaurónico es constante. Las gomas son características de regiones semiáridas y son frecuentes en las Rosales, Leguminosas en particular. (Bruneton, 1991)

### 2.3.2 IMPORTANCIA Y USOS

Las gomas, así como las resinas y látex, son empleadas en una amplia gama de productos de alimentos y farmacéuticos y en varios otros usos técnicos. Ellas forman un grupo importante de productos forestales no maderables (PFNM) y son la base de una industria de miles de millones de dólares. (Barreto, 2002)

Las gomas son producidas por ciertas estructuras complejas en plantas superiores. El término gomas es especialmente aplicable a la tecnología de alimentos y se refiere especialmente a aquellos materiales solubles o dispersables en agua que proporcionan un aumento de viscosidad o consistencia en sistemas alimenticios. Dentro de la industria de los alimentos, las gomas vienen a formar parte de los llamados aditivos alimentarios. (Barreto, 2002)

Los aditivos alimentarios, según la Norma General del Codex Alimentarius<sup>2</sup>107-1981, son conocidos como cualquier sustancia que normalmente no se consume como alimento ni se usa normalmente como ingrediente característico del alimento, tenga o no tenga valor nutritivo y cuya adición intencional al alimento es con un fin tecnológico (incluso organoléptico) en la fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o conservación de ese alimento; resulta o es de prever que resulte (directa o indirectamente) en que él o sus derivados pasen a ser un componente de tales alimentos o afecten a las características de estos. Este término no comprende a los contaminantes ni a las sustancias añadidas a los alimentos para mantener o mejorar la calidad nutricional, ni al cloruro de sodio.

En su aplicación industrial, las gomas tienen distintos usos, principalmente como espesantes, aglutinantes, estabilizantes, fijadores, emulsionantes y floculantes, en distintas industrias como la de alimentos y productos de consumo, farmacéutica, cosmética, tintas, pinturas, etc. (Barreto, 2002). Entre los usos de mayor importancia, está el de estabilizante, en especial para la industria alimenticia y que al ser este adicionado a algún alimento, aumenta su tiempo de almacenamiento, debido a que reduce la tasa en la cual suceden algunos cambios dentro de un producto alimenticio durante su almacenamiento. Los estabilizantes retardan o evitan cualquiera de estos procesos (Walker, 1984):

---

<sup>2</sup> El Codex Alimentarius fue creado en la década de los 60 por la FAO y OMS para establecer normas generales y específicas relativas a la seguridad alimentaria formuladas con el objetivo de proteger la salud de los consumidores y garantizar prácticas equitativas en el comercio de productos alimentarios de consumo local o de exportación o de importación.

- Cristalización, usualmente del agua o del azúcar;
- Sedimentación de partículas en suspensión;
- Encuentro entre partículas, gotitas o burbujas en un medio fluido;
- Floculación o coagulación de fracciones dispersas;
- Desagregación de agregados;
- Descremado;
- Pérdida de pequeñas moléculas o iones debido a cambios en el potencial químico del ión o molécula disuelta o debido a la formación de una película impermeable;
- Sinéresis en geles. El término sinéresis se utiliza cuando el gel pierde agua desde su superficie, haciendo que el material se contraiga. Aunque la sinéresis usualmente sucede como resultado de la presencia de gomas, en algunos casos donde la goma es adicionada para formar un gel (esto es una función no estabilizante), una u otra goma pueden ser adicionadas para prevenir la sinéresis, convirtiéndose, por tanto en un estabilizante.

A nivel industrial las gomas son utilizadas principalmente para (Sanderson, 1996):

- 1) Alimentos procesados: el empleo de las gomas se halla tan difundido en la industria de alimentos que se puede afirmar que las gomas intervienen en la elaboración de la mayoría de los productos alimenticios:
  - Fijadores de aromas: las esencias y aromas artificiales se preparan emulsionando la esencia en una solución de goma antes de proceder al secado por atomización; de esta manera la goma forma una película delgada e impermeable alrededor de la partícula saporífera protegiéndola de la oxidación y evaporación luego del secado. Son usadas para este fin generalmente la goma arábica y la goma tragacanto.
  - Productos cárnicos: se emplean las gomas como agentes de hinchamiento en la elaboración de carnes procesadas y como agente de unión y formador de películas en la fabricación de embutidos.

- Productos lácteos: por sus propiedades hidrofílicas las gomas se emplean como estabilizadores en helados, leche malteada, crema chantilly, etc. y como inhibidor de sinéresis en quesos. Son generalmente usadas para este fin las gomas de algarrobo y la goma guar.
  - Dulcería: en esta industria, las gomas son usadas como inhibidoras de cristales (goma arábiga y goma tragacanto); espesantes (pectina, gelatina, etc.); glaseado de caramelos (goma arábiga y goma guar); ingredientes de chicles, pastillas para la tos y de las grageas de caramelos (goma arábiga y goma tragacanto).
  - Elaboración de vinos y cerveza: se aprovechan las propiedades de ciertas gomas como clarificantes y agentes floculantes en vino y como estabilizantes de espuma en cerveza.
- 2) Productos farmacológicos: se aprovechan las propiedades emulsionantes y estabilizantes, así como las características edulcorantes de ciertas gomas tales como: goma de linaza, goma de algarrobo, etc. para elaborar jarabes medicinales. También se emplean gomas como aglomerantes para tabletas medicinales y como ingredientes en la fabricación de píldoras y emplastos.
  - 3) Adhesivos: las gomas se emplean para encolar papeles decorativos. Se usan en la elaboración de pegamentos para sellos postales y pegamentos sumamente adherentes para usos diversos.
  - 4) Tintes y tintas: la goma es un ingrediente muy importante de muchas tintas. Sus propiedades emulsionantes de pigmentos se aprovechan en la fabricación de tintas solubles, tintas de colores, tintas de secado rápido, tintas de emulsiones o tipográficas, tintas para acabados brillantes, etc.
  - 5) Litografía: algunas gomas tienen aplicaciones en la impresión litográfica como base de los productos químicos fotosensibles que se emplean para formar fotográficamente imágenes en las planchas de impresión y para proteger del polvo y del óxido las superficies de las planchas metálicas y las almacenadas.
  - 6) Pinturas: la goma de linaza y la de sapote se emplean en pinturas para mantener un bajo contenido de partículas pigmentarias.

- 7) Otros usos: las gomas también se emplean en la fabricación de telas y lienzos para darles mejor acabado, así como para fijar tintes en los tejidos de algodón. Las gomas purificadas como el agar, gelatina, pectinas, etc., sirven como base para la preparación de medios de cultivo para microorganismos en el campo de la microbiología.

Un cuadro resumen del uso de las gomas es representado en el Cuadro N° 3

**Cuadro 3** Aplicación industrial de las gomas

<b>TIPO DE INDUSTRIA</b>	<b>TIPO DE PRODUCTO</b>	<b>FUNCIÓN</b>
<u>Alimentos y productos de consumo</u>	Confites	Prevenir la cristalización del azúcar
	Dulces	Espesante
	Derivados lácteos	Estabilizador de productos congelados
	Alimentos enlatados	Fijador de sabor y coloide protector
	Bebidas gaseosas	Estabilizador de espuma y clarificante
	Cerveza	Estabilizador de espuma
	Vino	Clarificante y agente floculante
	Productos dietéticos	Bajo nivel de metabolización
	Embutidos y productos cárnicos	Agente de hinchamiento y formador de películas
<u>Farmacéutica</u>	Emulsiones	Estabilizante
	Tabletas	Agente cohesivo
	Grageas	Formador de película
	Jarabes	Vehículo, emoliente y agente suspensor
	Suspensiones	Vehículo, emoliente y agente suspensor
<u>Cosmética</u>	Emulsiones	Estabilizante
	Cremas	Estabilizante
<u>Otras industrias</u>	Cintas adhesivas	Adhesivo
	Papel	Formador de película
	Tintas	Coloide protector y suspensor
	Platos litográficos	Sensibilizador y protector
	Pinturas	Coloide protector floculante y emulsionante
	Telas	Agente espesante y aglutinante
	Metales	Agente preventor de corrosión

*Fuente: FAO (1992)*

### 2.3.3 CLASIFICACIÓN DE LAS GOMAS NATURALES

Todas las gomas utilizadas en la industria, ya sea de alimentos, farmacéutica, cosmética u otras, poseen distinta naturaleza de origen. Algunas son de origen natural (exudado de plantas terrestres, extraídas de plantas marinas o extraídas de semillas de plantas terrestres). Otras son

obtenidas por modificación química de productos vegetales como los derivados celulósicos o derivados del almidón y pectinas; algunas otras provienen a través de procesos microbiológicos o simplemente son sustancias sintéticas, entre otros. Sea cual sea el origen, la preferencia en la industria depende principalmente de las características que estas le otorguen al producto final, su disponibilidad en el mercado, su rendimiento y su costo. Es por este motivo que quizás no todas las gomas, actualmente, cuenten con los requisitos para satisfacer el consumo de la industria. (Codex Alimentarius FAO/OMS, 2007)

En el Cuadro N° 4, se detallan todas las variedades de gomas que se pueden encontrar según su naturaleza.

**Cuadro 4** Clasificación de las gomas según su naturaleza

<b>NATURALES</b>	<b>MODIFICADAS</b>	<b>SINTÉTICAS</b>
<u>De exudados de corteza de árboles</u> - Karaya - Ghati - Arábiga - Tragacanto - Sapote	<u>Derivados de celulosa</u> - Carboximetil celulosa - Celulosa microcristalina - Metil celulosa - Hidroxipropil metil celulosa - Hidroxipropil celulosa - Hidroxietil celulosa - Metil etil celulosa	<u>Polímeros vinílicos</u> - Polivinil alcohol - Polímero carboxivinílico
<u>De semillas</u> - Tara - Algarroba o goma locuste - Linaza - Tamarindo - Guar	<u>Derivados de almidón</u> - Carboximetil almidón - Hidroxietil almidón - Hidroxipropil almidón	<u>Polímeros acrílicos</u> - Ácido poliacrílico - Poliacrilanidas
<u>De extractos de algas</u> - Furcellarón - Carragenina - Agar - Alginatos	<u>Gramas de fermentación microbiana</u> - Xantan - Dextrinas - Gellan	<u>Otras gomas sintéticas</u> - Carbopols - Gantrezan - Polímeros de óxido de etileno
<u>Sub productos de la madera</u> - Arabino galactanos	<u>Otras gomas modificadas</u> - Carboximetil goma guar - Carboximetil goma de algarroba - Alginato de propileno glicol	
<u>Otras fuentes</u> - Pectinas - Gelatinas - Caseinatos		

Fuente: Rojas (1991)

Dentro de las gomas mas utilizadas a nivel industrial, y clasificadas según su naturaleza se mencionan las siguientes:

A) *GOMAS EXTRAIDAS DE PLANTAS MARINAS*

Los alginatos, la goma agar y la goma carragenana son extractos de algas rojas y marrones, conocidas comercialmente como seaweeds.

- a) Alginatos: su estructura química corresponde a un polímero lineal de moléculas de ácido B(1,4)-D-manosilurónico y ácido a-(1,4)-L-gulosirónico. La relación de concentraciones de estos azúcares varía con la fuente botánica y con el grado de madurez de la planta; esto influye a su vez en la viscosidad que se logra con sus soluciones. Las sales de calcio de amonio producen soluciones viscosas estables en un intervalo de pH de 5 a 10; debido a su naturaleza iónica, estos polímeros se ven afectados por la presencia de sales y por pH inferiores a 5 (Badui, 1981). Son extraídos de algas marrones conocidas como Phaeophyceae, siendo las más importantes para la producción comercial de los alginatos las especies *Macrocystis pyrifera*, *Laminaria hyperborea*, *L. digitata* y *Ascophyllum nodosum*. No todos los alginatos gelifican, pero son bien conocidos por su capacidad para producir geles irreversibles en agua fría, en la presencia de iones de calcio. Esta propiedad de gelificar en el agua fría difiere a los alginatos de las gomas derivadas de las algas rojas. Muchos alginatos son usados, frecuentemente, como espesantes, estabilizantes de emulsiones, gelificantes, inhibidores de sinéresis, y *mouthfeel*. (Dziezak, 1991)
- b) Goma agar: Es un heteropolisacárido formado por moléculas de B-D-galactosa, 3,6-anhidro-a-L-galactosa, con 5 a 10 % de ésteres sulfato y algo de ácido D-glucurónico (Fennema, 1993). Dziezak afirma que esta goma es obtenida a partir de algas rojas de la clase Rhodophyceae, siendo las especies más importantes la *Gelidium cartilagineum*, *Gracilaria confervoides* y *Pteroclaia capillacea*. Es considerada como uno de los agentes gelificantes más importantes, produce una gelificación perceptible en concentraciones tan bajas como 0,04 %, resistente mecánicamente y estable al calor. No es soluble en agua fría pero se disuelve completamente en agua caliente, y la gelificación se inicia en la faja de 35 a 40° C, resultando un gel fuerte, claro y termorreversible que sólo se liquidifica si la temperatura llega a 85° C. Sus

propiedades gelificantes, la resistencia térmica de sus geles y la marcada diferencia entre sus temperaturas de gelificación y de fusión, son las razones fundamentales a la hora de escogerla, aunque su uso en la industria norteamericana de alimentos, no es muy importante en términos cuantitativos (0,12 %). Su uso mejora la suavidad de helados y su uso en la fabricación del queso mejora la textura y calidad de los cortes. (Pasquel, 2001)

- c) Goma carragenina: Su formulación química consiste en unidades de D-galactosa unidas por enlaces glucosídicos (1,3) y (1,4) alternadamente; se diferencian entre ellas por la posición en que se encuentren los grupos sulfato en la molécula de D-galactosa. Los pesos moleculares varían entre 500 000, la forma natural en la planta marina, y 100 000, que es la carragenina comercial más usada en la elaboración de alimentos (Fennema, 1993). Es extraída de algas rojas donde destaca la *Chondrus crispus*, también conocida como "musgo irlandés". Towle indica que el extracto del "musgo irlandés", es usado hace casi 600 años en la elaboración de alimentos, remedios y fertilizantes, en el municipio de Carragheen que da origen al nombre de esta goma. Otras importantes fuentes de carragenina son la *Eucheuma* spp. y *Gigartina* spp., que se encuentran en África Oriental, Filipinas y Japón. Existen tres grupos principales de goma carragenina, que se diferencian por su contenido y distribución de los grupos ésteres sulfatados: iota, kappa y lambda. La carragenina es usada como gelificante, espesante, estabilizante, y emulsionante; siendo, por su capacidad de reacción con ciertas proteínas, usada en pequeñas concentraciones (del orden de 0,01 a 0,03 %) en la industria de los lácteos. (Dziezak, 1991)

#### B) GOMAS EXTRAIDAS DE SEMILLAS DE PLANTAS TERRESTRES

Un segundo importante grupo de gomas son las galactomanas obtenidas de las semillas de ciertas plantas como la goma locuste, goma guar y goma de tara.

- a) Goma locuste: También conocida como goma de algarrobo. Es un polisacárido neutro constituido por una estructura química que corresponde a una galactomana formada por una cadena de moléculas de D-manosas unidas por enlaces (1,4), a la cual se le unen varias ramas de D-galactosas a través de enlaces (1,5) cada 4 ó 5 manosas. Se

dispersa en agua fría o caliente formando una solución que puede convertirse en gel por la adición de borato de sodio (estas soluciones no son comestibles); las soluciones son estables a pH 3 a 10 (Badui, 1981). Esta goma es extraída de las semillas de la *Ceratonia siliqua*, el algarrobo, que es un árbol nativo de los países de la cuenca del Mediterráneo. Responde también al nombre de goma de algarrobo o goma garrofin. Es insoluble en agua fría y soluble en agua caliente, siendo que su viscosidad máxima se alcanza cuando es calentada a 95° C y después enfriada. Gelifica sólo cuando se mezcla con la goma xantana, y sus principales usos son como espesante, estabilizante de emulsiones, e inhibidor de la sinéresis en diversos productos: alimentos enlatados, salsas, sobremesas, gaseosas, quesos, helados y carnes procesadas. En el caso del queso la goma locuste acelera la coagulación. (Dziezak, 1991)

- b) Goma guar: Es obtenida del endospermo de la semilla de la planta guar (*Cyamopsis tetragonolobus*), oriunda de la India y Pakistán. Se disuelve completamente en agua fría, produciendo alta viscosidad; sin embargo no gelifica, y su principal uso es como formador de cuerpo, estabilizante y ligador de agua (Dziezak, 1991). Carece de grupos ionizables, lo cual la hace prácticamente inalterable a los cambio de pH, ya que es estable en el intervalo 1 – 10,5, pero su máxima capacidad de hidratación se alcanza a pH de 7,5 – 9,0. La adición de altas concentraciones de sales multivalentes provoca que se produzcan geles. (Flavouring Agents Database, 2006)
- c) Goma de tara: es obtenida del endospermo molido de la planta de tara (*Caesalpinia spinosa*), leguminosa que es cultivada comercialmente en Perú para consumo humano y animal. En el procesamiento comercial de la goma de tara, se utiliza una variedad de métodos para separar eficazmente el endosperma de la cáscara y del germen. El endosperma separado, que contiene 80 % galactomano, se muele finalmente a un tamaño de partícula fino y se comercializa como goma de tara; esta molienda se hace en varias fases y cernido. Esta goma es considerada un sustituto o complemento ideal de las gomas garrofin, guar, xantana, etc. Tiene una gran capacidad de absorción de agua y en agua fría se dispersa lentamente; cuando se calienta, se transforma en un gel homogéneo que mantiene sus propiedades al enfriar. La goma de Tara, como la goma de algarrobo, es un polisacárido de elevado peso molecular, sobre todo galactomananos. El componente principal consiste en una cadena lineal de unidades

de (1-4)- $\beta$ -D-manopiranosas con unidades de  $\alpha$ -D-galactopiranosas con enlaces (1-6). La proporción entre manosa y galactosa en la goma de tara es de 3:1. (En la goma de algarrobo esta proporción es de 4:1 y en la goma de guar es de 2:1). El peso molecular de este galactomano es 220, +/- un 10 %. La goma de tara tiene bifurcaciones únicas de galactosa en cada cuarta unidad de manosa. La bifurcación lateral mayor de las moléculas de goma de tara causa su mejor hidratación en agua fría, así como una mayor actividad en la fijación de hidrógeno. En promedio, la goma de tara contiene, aproximadamente, 80 % galactomananos, 13,76 % agua, 2,5 % proteína, 2 % residuo insoluble en ácidos o fibra cruda, 0,53 % ceniza, 0,7 % grasa. (Basurto, 2001a)

### C) GOMAS OBTENIDAS COMO EXUDADOS DE PLANTAS TERRESTRES

Un tercer grupo importante de gomas usadas en la industria de los alimentos es el grupo de las gomas exudadas por árboles: goma arábiga, goma ghati, goma karaya y goma tragacanto.

- a) Goma arábiga: O goma acacia, considerada la más vieja y la mejor conocida de las gomas. Se obtiene al remover la corteza de árboles como *Acacia senegal*, para prevenir el resecamiento de sus tejidos cuando son heridos (FAO, 1992). Químicamente la goma arábiga es una sal neutra o levemente ácida de un polisacárido complejo que contiene iones de calcio, magnesio y potasio en su molécula; es un heteropolisacárido muy ramificado, formado por una cadena principal de unidades de  $\beta$ -galactopiranosas a la cual se unen residuos de L-ranopiranosas, L-arabinofuranosas y de ácido glucurónico; su peso molecular varía entre 250 000 y un millón (Dziezak, 1991). Esta goma es un material heterogéneo que generalmente consiste de dos fracciones: una primera fracción, que representa cerca del 70% de la goma, está compuesta de cadenas de polisacáridos con poco o ningún material nitrogenado, y una segunda fracción que contiene moléculas de elevado peso molecular y proteínas como parte de su estructura integral, siendo esta fracción polisacárido-proteína heterogénea, en lo que se refiere a la proteína que forma parte de la estructura. La goma arábiga se disuelve rápidamente en agua fría o en agua caliente, y es la menos viscosa y más soluble de los hidrocoloides: es posible comparar sus soluciones con una concentración del orden de los 55 % con otros

hidrocoloides comunes de alta viscosidad del orden del 5 % de concentración (BeMiller y Whistler, 1996). Más de la mitad de la goma arábica producida en el mundo, es utilizada en la preparación de dulces y confites, con la finalidad de retardar la cristalización del azúcar y promover la formación de emulsiones; la industria de los saborizantes usa la goma arábica como fijador y encapsulante para evitar la oxidación y volatilización de los componentes del saborizante, mientras que en la elaboración de la cerveza promueve la estabilización de la espuma. Debido a su componente protéico, esta goma es usada como emulsionante y estabilizante en emulsiones de bebidas no alcohólicas, que es una parte del mercado que consume 30 % del total de la goma arábica en el mundo. (Dziezak, 1991)

- b) Goma ghati: O goma hindú es un exudado amorfo y translúcido del árbol del *Anogeisssus latifolia* de la familia Combretaceae oriunda de la India. Es un heteropolisacárido, soluble en agua, formado por L-arabinosa, D-galactosa, D-manosa, D-xilosa y ácido D-glucourónico en una relación de 10:6:2:1:2; tiene un peso molecular de 12 000. Está constituida de una fracción soluble y de una insoluble, pero gelificable. La goma en su conjunto, aún cuando no gelifique, se dispersa en agua fría o caliente formando una solución coloidal debido a la fracción soluble, y su viscosidad máxima se manifiesta en un pH entre 5 y 7. De todas las gomas comerciales, la goma ghati es la que tiene la viscosidad y propiedades emulsionantes más próximas de la goma arábica. Las principales razones para escogerla son su habilidad para emulsionar, estabilizar, producir viscosidad y ligar agua. (Dziezak, 1991)
- c) Goma karaya: Es un exudado seco del árbol *Sterculia urens* producido en el norte y centro de la India, es un polisacárido complejo parcialmente acetilado, constituido de una cadena principal de unidades de ácido D-galactourónico, L-ramnosa y D-galactosa, de cadenas laterales de ácido D-glucourónico. Lo que caracteriza esta goma es su baja solubilidad en el agua y su fuerte adherencia cuando es usada en elevadas concentraciones. Es una de las menos solubles entre las gomas exudadas, no disuelve pero absorbe agua y produce una solución coloidal viscosa (Glicksman, 1983). Las dispersiones de la goma karaya tienen una viscosidad mayor cuando son preparadas con agua fría, aún cuando la ebullición aumenta la solubilidad de la goma y reduce su

viscosidad de forma permanente. Similarmente, la viscosidad es reducida por la adición de algunos electrolitos fuertes o de pH extremos. Valores alcalinos del pH transforman la solución de karaya en una pasta pegajosa. Debido a su propiedad de ligar agua, la goma karaya, es usada en concentraciones bajas, típicamente del orden de 0,2 a 0,4 %, en la preparación de helados, con la finalidad de prevenir la formación de grandes cristales de hielo y la pérdida de agua libre. (Dziezak, 1991)

- d) Goma tragacanto: Es un exudado producido por el árbol *Astrogalus gummifer* (y algunas especies del mismo género), una leguminosa perenne oriunda del Asia menor y de las regiones montañosas y semidesérticas del Irán, Siria y Turquía. Está formada de una mezcla de polisacáridos: el ácido tragacántico, insoluble en agua y responsable por la propiedad absorbente de agua de la goma, y la arabinogalactana que es un polímero soluble en agua y responde por la solubilidad de la goma. La goma tragacanto produce la más alta viscosidad de todos los hidrocoloides extraídos de plantas y produce coloides viscosos con textura similar a geles blandos. Es soluble en agua fría, estable al calor y al ácido (debajo de pH 2) y muy emulsionante (Dziezak, 1991). Está constituida por dos fracciones: una soluble en agua llamada tragacantina y otra insoluble, la basorina. La adición de ácidos, álcalis o NaCl (cloruro de sodio) reduce la viscosidad y sus geles son susceptibles de ataque microbiano. (Badui, 1981)

#### D) GOMAS OBTENIDAS A TRAVÉS DE PROCESOS MICROBIOLÓGICOS

Son importantes las gomas producidas por algunas especies de *Xantomonas* y *Pseudomonas*, que presentan propiedades poco comunes en lo que respecta a textura.

- a) Goma xantana: Es un heteropolisacárido ramificado sintetizado por diferentes especies de bacterias, principalmente *Xantomonas campestris*, formado por residuos de D-glucosa, D-manosa y ácido D-glucurónico, también contiene grupos acetilo y ácido pirúvico; su peso molecular es superior a un millón (Badui, 1981). Aún cuando no sea un agente gelificante, en combinación con la goma locuste puede formar geles elásticos y termorreversibles. Es completamente soluble en agua fría o caliente y produce elevadas viscosidades en bajas concentraciones, además de poseer una excelente estabilidad al calor y pH, pues la viscosidad de sus soluciones no cambia

entre 0 y 100° C y 1 a 13 de pH; y, es utilizada en muchos productos como espesante, estabilizante y agente para mantener suspensiones. (Sanderson, 1981)

- b) Goma gellan: Es un agente gelificante relativamente nuevo. Es un polisacárido extracelular producido por la fermentación de carbohidratos utilizando la bacteria *Sphingomonas elodea*, conocida anteriormente como *Pseudomonas elodea*. Es un hidrocoloide multifuncional con potencial para ser usado en una gran variedad de alimentos como gelificante, estabilizante, formador de películas, y agente estructurante y de suspensión (Pasquel, 2001); posee una estructura principal lineal formada por cuatro unidades de sacáridos: glucosa, ácido glucourónico y ramnosa. Forma geles muy fuertes en concentraciones tan bajas como 0,05 %. (Dziezak, 1991)

#### E) GOMAS OBTENIDAS POR MODIFICACIÓN QUÍMICA DE PRODUCTOS VEGETALES

Destacan en este grupo las modificaciones químicas de la celulosa y de la pectina, que conducen a la obtención de hidrocoloides con propiedades gelificantes.

- a) Gomas celulósicas: Son las más usadas de este grupo, y forman una familia de productos obtenidos por modificación química de la celulosa, siendo sus ejemplos más importantes compuestos tales como carboximetilcelulosa, metilcelulosa e hidroxipropilmetilcelulosa. La carboximetilcelulosa sódica, comúnmente conocida como goma celulósica o CMC, es generalmente utilizada como espesante, estabilizante, gel, y modificador de las características de flujo de soluciones acuosas o suspensiones. La metilcelulosa (MC) y la hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) son las únicas gomas que gelifican con el calor y después, al enfriarse, retornan a su viscosidad original líquida, lo que las hace muy importante para ser utilizadas con alimentos fritos. (Dziezak, 1991)
- b) Pectinas: Funcionan como agentes gelificantes y espesantes en una gran variedad de productos. Las pectinas comerciales son galactouranoglicanos con varios contenidos de grupos éster metilo; mientras que las pectinas comerciales se encuentran en las paredes celulares y capas intercelulares de todas las plantas terrestres y son moléculas

más complejas que se convierten en productos comerciales vía la extracción ácida (BeMiller y Whistler, 1996). La selección de una pectina depende de los requerimientos de una aplicación en particular. Las composiciones y propiedades de las pectinas varían con la materia prima, los procesos usados durante la extracción y los subsecuentes tratamientos realizados (Dziezak, 1991; BeMiller y Whistler, 1996). Las soluciones de pectinas HM gelifican en presencia de cantidades suficientes de ácido y azúcar, pero las soluciones de pectinas LM gelifican sólo en presencia de cationes divalentes (únicamente el calcio es utilizado en aplicaciones alimenticias). El aumento de la concentración de cationes incrementa la temperatura de gelificación y la fuerza del gel. (Whistler y BeMiller, 1993)

#### 2.3.4 CARACTERIZACIÓN DE LA GOMA PARA SU UTILIZACIÓN EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

Las gomas en la industria del alimento deben de cumplir principalmente dos funciones básicas: estabilizar los productos y darle textura a estos. En lo referente a la estabilización del producto lo que se intenta es evitar que los productos resultantes sufran cambios en sus propiedades físicas o químicas en el tiempo, que puedan resistir las distintas temperaturas utilizadas en algunos procesos de transformación, etc. En lo referente a la textura del producto final, lo que se intenta es darle un mayor volumen, una distinta sensación al momento de comerlo o tomarlo o darle una estructura de gel según sea el caso. Cualquiera sea el caso (los mencionados u otros), las gomas deben de cumplir con ciertas características principales entre las cuales las más importantes son (Pszczola, 2003):

##### *A) HUMEDAD*

La determinación del contenido de humedad en las gomas es un factor que siempre se debe de tener en cuenta. La compra de gomas que contienen un exceso de humedad no sólo es antieconómica, sino que, además, a una temperatura adecuada, la humedad puede provocar la activación de enzimas y crear condiciones favorables para la proliferación de microorganismos. Como la mayoría de las gomas vegetales contienen todos los elementos esenciales para la

nutrición de mohos, insectos y ácaros, el deterioro puede ser muy rápido una vez iniciada la infestación. El contenido de humedad de estas gomas es por lo general de 8 a 13 %. (Pszczola, 2003)

### *B) SOLUBILIDAD*

Deben de poder hidratarse o disolverse casi completamente en agua fría, por lo general a los 25° C (77° F) ya debería estar totalmente disuelta pero existen algunas que a esa temperatura solo han alcanzado un 60 % de disolución como la goma de Tara. Son insolubles en solventes orgánicos y poseen una ligera resistencia al etanol, pero solo hasta una concentración del 30 %, pudiendo precipitar a mayores concentraciones. Su disolución en agua caliente debería de ser total. (Pszczola, 2003)

### *C) ROTACIÓN ÓPTICA*

El principio del método se basa en la medida de la rotación del plano de polarización de la luz, a una longitud de onda definida, al atravesar un espesor determinado de la solución de goma. La longitud de onda es generalmente aquella correspondiente a la línea D del sodio.

En general, la presencia de carbonos asimétricos en los monosacáridos les confiere la propiedad de desviar el plano de luz polarizada. Así se dice que estos compuestos son óptimamente activos. Los compuestos que desvían la luz polarizada hacia la derecha son llamados dextrógiros o dextrorrotatorios y a esta característica se indica anteponiendo el signo (+) al nombre del compuesto. Los compuestos que desvían el plano de luz polarizada hacia la izquierda se llaman levógiros o levorrotatorios, y esa característica se indica anteponiendo el signo (-) al nombre del compuesto<sup>3</sup>. (Sheldon, 1993)

La Figura N° 10 muestra una representación esquemática del polarímetro.

---

<sup>3</sup> Los prefijos D y L no tienen nada que ver con el carácter dextro/levorrotatorio de la molécula, sino que indican la posición del OH del penúltimo carbono en la representación de Fischer. Para indicar su poder rotatorio hay que utilizar los signos (+) y (-). Da la casualidad de que el D-gliceraldehído es dextrógiro (D-(+)-gliceraldehído) y de que el L-gliceraldehído es levógiro (L-(-)-gliceraldehído), pero pueden existir compuestos que pertenecen a la serie D y que son levógiros, como la D-(-)-fructosa

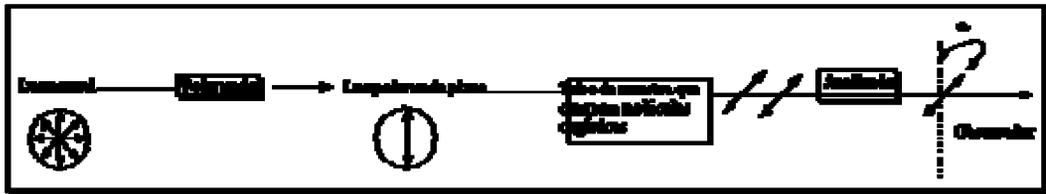


Figura 10 Representación esquemática de un polarímetro.

En un estudio se menciona que el grado de rotación así como su dirección son importantes como criterio de pureza. Es importante tener en cuenta que las esencias pobres en oxígeno son más activas a la luz polarizada. (Chacón 2003)

#### D) VISCOSIDAD

La viscosidad de dispersiones o soluciones depende de temperatura, tiempo, concentración, pH, velocidad de agitación y tamaño de la partícula del polvo. En agua fría (25° C) la viscosidad máxima se logra en 1 a 4 horas. El polvo más fino se hidrata más rápido que los polvos gruesos. Para uso en alimentos la viscosidad puede variar según el tipo de goma. Por lo general la viscosidad va a ir disminuyendo conforme se aumente la temperatura. Por ejemplo, entre las más viscosas tenemos la goma de Tara, la cual, de una solución al 1 %, presenta valores que varían de 2000 a más de 5000 cps. Por otro lado, la goma arábica, conocida como la menos viscosa de todas, puede presentar valores de 100 a 150 cps en soluciones al 30 % a más. (Basurto, 2001a)

#### E) PH

El pH de una solución al 1 % de goma debería estar entre 4,0 y 7,0, aunque existen algunas gomas como la goma de algarrobo o la goma Ghati que tienen valores de 3,0 y 3,5 respectivamente. Las soluciones de goma deben de tener una acción de buffer y ser bastante estables, por lo general, en un rango óptimo de 2 -10. El método preferido para preparar una solución con un pH muy bajo o muy alto es preparar una solución con un pH de 8 y entonces

ajustar el pH a tan alto como mayor de pH 11 o a tan bajo como pH 1. La hidratación más rápida ocurre entre el pH 7,5 y 9. (Flavourings Agents Database, 2006)

#### *F) CENIZAS*

Cuando las drogas vegetales se incineran, dejan una ceniza inorgánica que, en el caso de muchas gomas, el contenido en cenizas totales es importante e indica, en cierta medida, el cuidado que se ha tenido en la preparación de la goma. Si las cenizas totales se tratan con ácido clorhídrico diluido, puede determinarse el porcentaje de cenizas insolubles en ácidos. Estas suelen componerse sobre todo de sílice; una cantidad elevada de cenizas insolubles en ácido, en gomas puede indicar contaminación con productos térreos. Por otro lado las cenizas también representan la presencia de sales. Por lo general este tipo de gomas debe de tener un porcentaje de cenizas que esté dentro del rango de 0.5 – 3 %. (Pszczola, 2003)

#### *G) PROTEINAS*

Entre todos los compuestos químicos, las proteínas deben considerarse ciertamente como uno de los más importantes, puesto que son las sustancias de la vida. Ellas son el material principal de la piel, los músculos, tendones, nervios y la sangre; de enzimas, anticuerpos y muchas hormonas. (Rodríguez, 2007)

Para el caso de las gomas el contenido de proteínas es importante en cuanto a su poder emulsionante, especialmente usado en la industria de alimentos. La mayoría de las gomas posee en promedio 5 % de proteínas pero existen algunas que poseen un mayor porcentaje aumentando así su poder emulsionante. (Basurto, 2001a)

#### *H) CARBOHIDRATOS*

Los carbohidratos en las gomas se presentan en forma de azúcares. Estos azúcares son importantes ya que caracterizan a la goma en sí. Este rango bordea, y por lo general supera un poco el 80 % de contenido de azúcares dentro de su composición química. (Sánchez, s.f)

## *I) COMPATIBILIDAD*

Las gomas a utilizar en la industria de alimentos son polímeros no iónicos compatibles con la mayoría de otros hidrocoloides vegetales. Entre estos hidrocoloides tenemos a la goma tragacanto, goma karaya, goma arábica, goma guar, el agar agar, alginatos, carragenatos, pectina, metilcelulosa y carboxmetilcelulosa, etc. (Pszczola, 2003)

También son compatibles con casi todos los almidones químicamente modificados, almidones crudos, celulosas modificadas, polímeros sintéticos, y proteínas solubles en agua. La compatibilidad entre los hidrocoloides es importante debido a que en la mayoría de los casos se suele aprovechar el sinergismo de estos compuestos para preparar mezclas funcionales que le den al producto final características únicas que no son tan fáciles de conseguir si se utiliza el compuesto de manera unitaria. (Pszczola, 2003)

### 2.3.5 COMERCIALIZACIÓN DE LAS GOMAS NATURALES

#### *A) PRINCIPALES PAÍSES CONSUMIDORES DE GOMAS*

Según la Chemical Marketing Reporter del *J. Food Additives*, las gomas y las emulsiones constituyeron aproximadamente el 10 % del negocio de aditivos alimenticios con un valor de US\$ 10 billones en 1993. (Basurto, 2001a)

De los países consumidores de gomas, los Estados Unidos ocupa el lugar principal, siendo el mercado más grande (aproximadamente US\$ 500 millones en ventas anuales). En comparación, las importaciones agregadas de la Unión Europea de gomas y resinas en 1993 alcanzaron aproximadamente US\$ 430 millones y en 1994 más de US\$ 530 millones. Se estima que el crecimiento en cuanto a consumo de gomas es de alrededor del 4 % anual. (Basurto, 2001a)

Se afirma que la demanda de la goma se realiza con mayor magnitud en el exterior del país, siendo los principales demandantes Estados Unidos, Alemania, Suiza, España e Italia, gracias a una ley que promueve el uso de ciertas gomas como aditivos para alimentos. (Quiñónez, 2007)

Se predice que el patrón de comidas saludables, productos bajos en calorías y en grasas, tomará una nueva dirección hacia las llamadas comidas fortificantes. Los requerimientos de certificación favorecerán fuertemente este patrón. Las gomas naturales (arábica, guar, algarrobo, pectina, etc.) se beneficiarán dado que las compañías de comida están buscando hacer propaganda, cada vez mas, al uso de productos naturales, y además los consumidores día a día están tomando conciencia de la importancia y beneficios del uso de dichos productos. (Hoeffler, *s.f*)

En el otro extremo, los proveedores de celulosas y almidones modificados discuten que sus productos derivados no son menos naturales, mientras que otras compañías son cautelosas de la tendencia nutricional de las fibras en su conjunto. (Basurto, 2001a). En los Cuadros N° 5 y N° 6, se observan valores de importación de gomas en el mercado europeo.

**Cuadro 5** Gomas naturales y resinas importadas por la UE (en toneladas y miles de ECU)

<b>GOMAS Y RESINAS</b>	<b>1992</b>		<b>1993</b>		<b>1994</b>	
	<b>Volumen</b>	<b>Valor</b>	<b>Volumen</b>	<b>Valor</b>	<b>Volumen</b>	<b>Valor</b>
Goma arábica	29.944	63.149	26.043	72.993	34.262	108.010
Goma de algarrobo	8.330	32.966	6.763	26.786	9.050	40.754
Goma guar	34.496	38.643	35.076	34.606	41.312	41.801
Goma resina	188.148	100.892	157.422	91.727	208.230	112.314
Gomas, resinas y bálsamos naturales	22.676	33.449	13.222	25.408	0.000	0.000
Resinas	0.000	0.000	0.000	0.000	30.055	19.287
Almidón de mandioca	8.129	2.724	9.416	3.182	10.066	3.580
Pectinas en forma seca	6.933	50.907	5.312	46.714	6.204	51.318
Pectinas en otra forma	564.000	2.519	628.000	2.079	336.000	4.753
Agar-agar	1.640	23.961	1.263	16.162	1.301	16.649
Mucilagos/engrosadores vegetales	16.316	68.883	18.430	72.796	21.386	85.486
<b>Total</b>	<b>317.176</b>	<b>418.093</b>	<b>275.750</b>	<b>392.453</b>	<b>362.202</b>	<b>484.015</b>

*Fuente: EUROSTAT (1995)*

**Cuadro 6** Importaciones de gomas y resinas naturales (en toneladas y miles de ECU)

<b>PAÍSES IMPORTADORES DE LA UE</b>	<b>1992</b>		<b>1993</b>		<b>1994</b>	
	<b>Volumen</b>	<b>Valor</b>	<b>Volumen</b>	<b>Valor</b>	<b>Volumen</b>	<b>Valor</b>
Alemania	95.391	11.581	75.073	96.642	101.111	119.327
Países bajos	51.485	46.429	46.375	42.844	60.908	50.241
Francia	48.399	68.797	43.987	75.275	56.417	85.811
Reino unido	37.952	66.372	35.156	64.727	42.952	76.730
Italia	25.709	40.059	26.470	45.717	39.497	62.789
España	18.269	21.911	17.762	21.531	22.229	24.166
Bélgica/Luxemburgo	11.335	21.070	10.578	22.355	15.395	27.004
Portugal	15.870	9.917	4.822	3.857	10.171	7.133
Dinamarca	7.389	20.903	3.113	8.803	7.449	26.698
Irlanda	4.662	5.530	9.516	8.493	5.602	3.781
Grecia	715.000	2.524	723.000	2.209	471.000	335.000
UE-12	31.176	418.093	273.575	392.453	362.202	484.015

Fuente: EUROSTAT (1995)

A nivel mundial, Estados Unidos es considerado uno de los principales consumidores de gomas. (CAFTA, s.f). En el Cuadro N° 7, se muestran las importaciones de resinas y goma por parte de los Estados Unidos.

**Cuadro 7** Importaciones de Estados Unidos de oleorresinas y gomas naturales en miles de dólares (US\$)

<b>PAÍSES DE ORIGEN</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
India	3.638,2	2.249,6	3.219,2
Reino unido	1.916,2	1.955,6	2.577,6
China	1.421,8	1.018,7	863,1
Grecia	416,0	696,9	443,7
Francia	242,6	685,0	69,5
Corea	198,4	245,5	309,5
El Salvador	20,2	205,6	433,5
Indonesia	122,0	191,6	156,3
Hong Kong	96,0	184,0	0,0
Brasil	18,5	137,6	100,4
Canadá	55,8	107,2	127,3
México	8,7	82,0	282,9
<b>Total</b>	<b>9.699,6</b>	<b>8.621,0</b>	<b>9.574,2</b>

Fuente: CAFTA, s.f.

En el Perú, la goma que se suele exportar es la goma de tara (*Caesalpinia spinosa*), existiendo un mercado para exportar 5-6 veces mas de este producto, siendo para este caso la demanda mucho mayor que la oferta. (Quiñónez, 2007). En los Cuadros N° 8 y N° 9 se hace un análisis del mercado de la goma de tara a nivel internacional.

**Cuadro 8** Análisis de la goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) en el mercado internacional

<b>SECTOR GOMA DE TARA</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
Miles de USD	791	1.996	4.362	3.715
Cantidad en toneladas	228	651	1.252	884
Precio venta promedio por kilo	3.464	3.068	3.483	4.204
Jugadores del sector	8	12	14	11

Fuente: ADEX, 2006

**Cuadro 9** Exportación de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) en US\$ FOB y kilogramos en los principales mercados de goma.

<b>PAIS DESTINO</b>	<b>2002</b>		<b>2003</b>		<b>2004</b>		<b>2005</b>		<b>2006</b>	
	US\$	Kg	US\$	Kg	US\$	Kg	US\$	Kg	US\$	Kg
España	7.576	501	60.00	26	484.189	210.200	981.181	352.275	447.705	118.850
EEUU	176.619	47.170	96.080	22.552	135.346	62.771	342.825	99.382	627.925	147.125
Japón	119.180	36.100	168.300	54.000	212.594	68.090	375.115	110.100	242.809	57.600
Alemania	47.570	18.030	4.500	1.000	317.225	79.300	216.538	61.200	475.712	116.500
Argentina	42.005	10.700	27.750	6.700	157.132	41.400	447.909	101.175	290.181	71.000
Italia	94.015	25.153	69.229	18.060	148.600	37.200	306.315	92.000	210.728	47.000
Francia	51.690	13.050	110.320	28.000	197.468	50.000	278.668	68.000	238.080	53.600
Países bajos	123.425	37.050	102.700	40.000	-	-	214.800	62.500	86.000	20.000
Chile	3.900	1.000	9.020	3.000	36.000	9.000	151.238	35.025	142.898	30.000
Otros	69.728	4.956	201.341	53.077	305.384	90.545	991.261	259.755	950.652	219.875
Total	737.711	195.713	791.304	228.418	1.995.943	650.510	4.361.858	1.252.417	3.714.698	883.556

Fuente: ADEX, 2006

## *B) PRINCIPALES PRODUCTORES*

Entre los mayores productores mundiales de gomas y resinas están Indonesia, India y China; Sudán e Indonesia son los dos mayores exportadores mundiales de gomas y resinas naturales. Una parte importante de las gomas y resinas naturales exportadas por los países de la Unión Europea se re-exportan, principalmente hacia otros países de la Unión Europea. (Basurto, 2001a)

El total de las exportaciones muestra un crecimiento continuo en volumen y valor. En términos de volumen, sólo se ve crecimiento continuo en el almidón de mandioca, goma guar, mucílagos y espesantes derivados de productos vegetales. Las exportaciones de goma disminuyeron considerablemente en 1994. Las gomas naturales dejaron de ser reportadas en 1994, mientras que la resina empezó a ser reportada. Pero se tiene conocimiento que los precios de la goma arábica y la pectina líquida presentan fuertes incrementos. (Basurto, 2001a)

## *C) ESTRUCTURA DEL COMERCIO*

Hay diversos canales de comercialización con respecto a las importaciones de gomas y resinas naturales a la UE. La industria importa directamente de los productores o comerciantes o compra las gomas y resinas a los importadores. Éstos también pueden comprar las gomas o resinas a países diferentes de los productores. (Basurto, 2001a)

El canal óptimo de comercio, sin embargo, depende de la situación: la industria alimenticia prefiere adquirir las gomas naturales de importadores conocidos, por dos razones: en primer lugar, las gomas naturales son sólo una pequeña parte del costo del producto final, lo que hace muy costoso importar la goma directamente del país de origen. En segundo lugar, los importadores tienen conocimiento técnico de las gomas, de manera que están en capacidad de las transacciones, asesoría y procedimientos comerciales difíciles. (Basurto, 2001a)

Algunos comerciantes mayoristas tienen propias instalaciones de transformación del producto en países productores. Los importadores generalmente comercian los productos con proveedores conocidos en el país de origen y algunos llevan sus productos desde su propia compañía en otro país. La razón por la que muchos importadores no compran directamente a

productores en países en vías de desarrollo es por la seguridad de la calidad y tiempo de entrega del producto, asegurando el abastecimiento oportuno. (Basurto, 2001a)

Las importaciones de gomas naturales se rigen por regulaciones relacionadas con la seguridad y salud de los consumidores, así como la protección ambiental. Los nuevos productores y exportadores de gomas naturales, generalmente encuentran nichos específicos para penetrar el mercado y competir con relaciones comerciales establecidas. (Basurto, 2001a)

#### *D) PRECIOS Y MÁRGENES*

Los precios de las gomas pueden variar ampliamente, principalmente por la variedad de productos a los que se refieren. Más aún, en la mayor parte de los casos los precios no son establecidos por una institución internacional, aunque es posible identificar los principales factores que afectan los precios. La calidad del producto es el primer factor de importancia en el precio; en general, el comprador/importador está preparado a pagar un mayor precio cuando el vendedor/productor puede garantizar la calidad correcta constantemente. Los factores que afectan la oferta y la demanda son (Basurto, 2001a):

- El tamaño del cultivo;
- La certeza de abastecimiento desde los países productores comunes;
- La especulación;
- Productos sustitutos como gomas modificadas o sintéticas.

El nivel de precios de las gomas naturales puede variar ampliamente, debido en primer lugar por la calidad de las gomas. La calidad de las gomas está determinada por: los aspectos microbiológicos, la viscosidad y/o poder de coagulación, el color, la pureza, el olor. (Basurto, 2001a)

Las diferencias de precios entre las gomas naturales están causadas por:

- La forma de cosechar (las cosechas intensivas en mano hacen la goma más costosa);

- La época de cosecha (la algarroba demora más de diez años para cosechar, la goma guar puede ser cosechada anualmente);
- El efecto de la goma en el producto final (como viscosidad y capacidad de coagulación).

A través de los años, el precio de las gomas naturales ha variado considerablemente como resultado de factores de oferta, demanda e inflación. Este mercado no es fácil de penetrar, es por eso que la información exacta de precios es difícil de obtener, al igual que los márgenes. Los márgenes que generalmente aplican los importadores dependen de (Basurto, 2001a):

- La cantidad del pedido;
- El tratamiento de las gomas (empaque, mezclas, estandarización, tinturación especial, etc.).

En general el rango de precios de estas varía de \$1-\$10/libra (Basurto, 2001a) o aproximadamente \$10.51-18.5/Kg (CAFTA, 2007)

## **2.4 GOMA DE SAPOTE**

### **2.4.1 ASPECTOS GENERALES**

Según algunos estudios realizados, se sabe que la goma de sapote (*Capparis scabrida*) produce una goma de óptima calidad, cuyas propiedades emulsionantes y estabilizantes preparadas, así como sus características edulcorantes y emolientes, le dan muchas aplicaciones, desde la estabilización de emulsiones, hasta la preparación de tabletas y píldoras. No existe registro de comercialización de esta goma en el ámbito nacional o regional, pero se sabe que es bastante utilizada por los pobladores de la zona para distintos fines, en especial para la cura de enfermedades humanas y animales. (FAO, 1980)

Desde el punto de vista anatómico, la goma de sapote proviene de las células del parénquima que rodea los vasos del xilema secundario y provoca la oclusión total o parcial de su lumen, todo ello ocasionado por algún traumatismo. (Losano et al, 2000)

#### 2.4.2 FISIOLÓGÍA DE LA PLANTA DE SAPOTE CON RESPECTO A SU GOMA

Según algunos estudios realizados, se sabe que en los meses en los que la temperatura disminuye, se produce una disminución de las funciones del árbol conocido como fenómeno de hibernación, el cual consiste en un estado de letargo, donde el metabolismo de la planta se reduce; durante este periodo no es conveniente realizar ninguna incisión, debiendo realizarse éstas en los meses en los que disminuyen las precipitaciones pluviales. En los meses en los que hay incremento de temperatura, se produce una fuerte actividad fisiológica en la planta, dándose inicio a la exudación de la goma en la corteza por diferencia de presión entre la fisiología de la planta y el medio ambiente, por ello usualmente se realiza la operación de la recolección de la goma en esa época. (Llerena, 1983)

Se ha observado según datos estadísticos y también por informaciones de los pobladores de las zonas de estudio, que en los años que hay mayor precipitación, se extrae un porcentaje mucho mas elevado de goma, con respecto a los años secos. (Llerena, 1983). El mismo autor realizó un estudio de la goma de sapote en árboles de 20 a 25 años, afirmando que la extracción de la goma se inicia desde los 6 a 8 años de edad, pudiendo realizarse unos 10 cortes en el tallo principal y brazos secundarios que son robustos, a una profundidad de 4 a 7 cm y a una altura de 50 cm del suelo.

#### 2.4.3 OBTENCIÓN DE LA GOMA

Las gomas obtenidas por exudación, según bibliografía consultada, se consiguen practicando cortes, punciones o incisiones en las ramas y fuste de los árboles de manera tangencial, logrando penetrar justo debajo de la corteza, tirando de ella para despojar de una pequeña longitud de la corteza; el daño debería ser mínimo. Luego de esta incisión, la goma va saliendo en forma de exudado y es dejada ahí hasta por un tiempo prudente. El tiempo recomendado por algunos estudios de gomas en zonas similares (Losano, 1995), es de 15 a 30 días, mientras mas cerca de 15 días, mejor, ya que la goma no debería de estar mucho tiempo en contacto con el aire ya que este la oxida y se pueden ir deteriorando sus propiedades.

En el Perú, el nivel de conocimiento sobre la extracción de la goma es escaso. Tradicionalmente se realizaban incisiones o cortes en forma de V y heridas horizontales con

hacha o machete. Sin embargo se desconoce, por ejemplo, la superficie que debería de tener las incisiones para optimizar la producción.

El método tradicional utilizado para la obtención de la goma arábica debería de ser útil también en el caso del sapote, pero no se han encontrado registros que afirmen haber practicado este tipo de extracción en el sapote. En el caso de la goma arábica, este método consiste en realizar el “sangrado” del árbol mediante una incisión transversal con un hacha de mango corto; después se gira el hacha, de forma que la corteza se desprenda, separando tiras de ella arriba y abajo del corte. La porción de rama o fuste, puede llegar a medir unos 0,5 – 1,0 m de largo y unos 5 – 7,5 cm de ancho. Así, el cambium produce nuevo liber y a los 20 ó 30 días pueden arrancarse las lágrimas de goma que se han formado sobre la superficie. (Losano, 1995)

#### 2.4.4 PROCESAMIENTO DE LA GOMA

Para que la goma pueda ser utilizada y posteriormente comercializada o analizada, debe de pasar por el siguiente proceso (Chávarri, 1980):

##### *A) MOLIENDA*

El procesamiento de la goma se inicia con una operación de molienda que tiene la finalidad de dividir finamente los trozos de goma, para facilitar la posterior operación de solubilización. En este caso la goma es molida con todas las impurezas las cuales serán eliminadas posteriormente.

##### *B) SOLUBILIZACIÓN*

Esta es la operación que consiste en disolver la goma en agua caliente, lo que facilita su total dilución. La disolución en agua fría también es posible, pero existe un porcentaje de goma (dependiendo del tipo de goma) que quizás no llegue a diluirse en el tiempo determinado, lo cual afectaría el rendimiento de la misma. Esta fase además de solubilizar la goma en agua tiene la finalidad de eliminar la enzima peroxidasa que en las gomas obra como oxidante y produce derivados coloreados, tales como guayacol, taninos, etc.

### *C) CENTRIFUGADO*

El centrifugado de la goma tiene la finalidad de eliminar las impurezas presentes en la solución de esta misma. Esta es una etapa fundamental ya que la eliminación de las impurezas determinará la calidad y pureza de la goma, la cual, para fines industriales debe de ser mayor al 90 %.

### *D) SECADO*

Esta operación se realiza en un atomizador con el fin de deshidratar la solución de goma y transformarla en polvo, para de esta manera facilitar su posterior uso. Para fines industriales, el aspecto del polvo deberá de ser bastante fino y de preferencia de color blanco, totalmente inodoro e insípido. Es por este motivo que muchas veces en la industria, dependiendo del uso que se le de a la goma, luego de la etapa de secado, se procede a realizar la decoloración de ésta.

### *E) EMPACADO*

Finalmente el empaçado se realiza en bolsas de polietileno que tiene por finalidad proteger a la goma de los deterioros químico-físicos, ambientales y biológicos, además de mejorar el manipuleo y distribución del producto.

## 2.4.5 CARACTERÍSTICAS DE LA GOMA EXTRAIDA

La goma de sapote recién segregada (Figura N° 11), suele presentarse en masas irregulares, de consistencia semilíquida y viscosa y de sabor débilmente azucarado. A medida que esta se solidifica en contacto con el aire, toma distintas coloraciones hasta llegar a un color amarillo rojizo oscuro en el punto de mayor consistencia. (Gutiérrez, 1953).



**Figura 11** Foto de goma de sapote (*Capparis scabrida*) recién extraída de un árbol

#### 2.4.6 ASPECTOS LIMITANTES

Un requisito importante para la producción de la goma es la disponibilidad de agua para el árbol. Es indispensable que el árbol cuente con la cantidad necesaria de agua para poder producir la goma en caso de que se le practique alguna incisión. (Gutiérrez, 1953)

Por lo general el sapote (*Capparis scabrida*), por el hecho de vivir en zonas bastante áridas, toma el agua que requiere del subsuelo, cuando esta no está a grandes profundidades; pero si la napa freática se encuentra a grandes profundidades, se le dificulta al árbol acceder a esta agua y consecuentemente el producir goma. (León, 1956)

En lo referente a la comercialización del sapote (*Capparis scabrida*), existen distintos aspectos limitantes como el manejo de la goma, aun no existe bibliografía referente al mejor método de extracción de esta goma para poder obtener una mayor productividad o rendimiento de esta misma. Al no existir un manejo adecuado, esta goma es exudada por el árbol mezclándose con otros elementos como tierra, ramas, hojas, etc., contaminando quizás la muestra o disminuyendo su rendimiento para un uso posterior en la industria. (León, 1956)

Asimismo este árbol (*Capparis scabrida*) ha sido recientemente nombrado por el INRENA como una especie en peligro de extinción, clasificada como especie en peligro crítico según DS

N° 043-2006-AG, debido a la tala indiscriminada de la cual es víctima, para el uso de su madera como artesanías o leña. (INRENA, 2007).

Este hecho afecta de gran manera, no solo al ecosistema, para lo cual se han empezado a crear planes de reforestación con el actual gobierno regional, sino también a la cantidad de goma que se podría extraer de estos bosques en caso de querer comercializarla y competir con las gomas que se encuentran actualmente en el mercado y que sí cuentan con un manejo adecuado. Si es que no se realizan los planes de manejo adecuados, el sapote (*Capparis scabrida*) muestra una probabilidad de extinción en estado silvestre de por lo menos 50 % dentro de 10 años o tres generaciones.

El Anexo 13 muestra el listado de especies en peligro de extinción donde se encuentra incluido el sapote (*Capparis scabrida*).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 ZONA DE ESTUDIO**

El estudio se realizó en dos Provincias principales:

- a) **Ferreñafe**, específicamente en las zonas de Las Salinas y Pómac III, dentro del Santuario Histórico Bosque de Pómac, en la provincia de Batán Grande (ubicado entre los  $6^{\circ}22'22''$  y los  $6^{\circ}33'35''$  de latitud sur con relación al ecuatorial y entre los  $79^{\circ}38'35''$  y los  $79^{\circ}51'49''$  de longitud oeste del meridiano de Greenwich). El mapa de ubicación del Santuario Histórico Bosque de Pómac se puede observar en las Figuras N° 12 y N° 13.
- b) **Lambayeque**, en las localidades de San Cristóbal chico y Pasaje norte, en la provincia de Olmos (ubicado entre los  $5^{\circ}24'41''$  y los  $6^{\circ}00'26''$  de latitud sur con relación a la ecuatorial y entre los  $79^{\circ}28'03''$  y los  $80^{\circ}37'43''$  de longitud oeste del meridiano de Greenwich). Estas zonas han sido determinadas en función a datos bibliográficos que certifican la presencia de abundancia de la especie a estudiar. En la Figura N° 14 se observa la ubicación de esta zona.

La fase experimental se desarrolló en el laboratorio del Área de Transformación Química de la Facultad de Ciencias Forestales así como en el Laboratorio de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Los ensayos de cromatografía y de rotación óptica se realizaron en el Laboratorio de Química de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).





**Figura 14** Ubicación geográfica del distrito de Olmos y las zonas de estudio

### 3.2 MATERIA PRIMA ESTUDIADA

Para fines de la investigación se colectaron muestras de goma de un total de 100 árboles, de los cuales se obtuvo distintas cantidades de goma que iban en promedio desde los 50 hasta los 250 g/árbol aproximadamente. Se seleccionaron e ingresaron especímenes de cada una de las zonas de estudio para identificación en el Herbario Forestal (MOL) de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina (ver Anexo 9), los cuales fueron identificados de la siguiente manera:

Nombre científico: *Capparis scabrida* H.B.K.

Nombre común: “Sapote”

Familia: Capparaceae

### **3.3 MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **3.3.1 MATERIALES DE CAMPO**

##### *A) MATERIA PRIMA*

Goma de sapote (*Capparis scabrida*) en polvo

##### *B) MATERIALES PARA LA RECOLECCIÓN*

- Cinta métrica
- GPS
- Hacha
- Espátulas
- Hipsómetro
- Brújula
- Libreta de campo
- Tijera de podar
- Prensa
- Esmalte rojo
- Brochas
- Tappers
- Cuchilla
- Bolsas plásticas
- Etiquetas
- Cinta de embalaje

- Caja de guantes quirúrgicos
- Placa de recolección
- Birbiquí
- Juego de brocas

### 3.3.2 MATERIALES DE LABORATORIO

#### A) EQUIPOS

- Balanza analítica OHAUS; modelo AP105 de 200 g con precisión de 0.0001 g
- Trampa Dean-Stark
- Equipo Soxhlet
- Equipo Kjeldhal
- pH-metro
- Viscosímetro Brookfield RVF-220
- Refractómetro
- Agitador
- Estufa eléctrica de calentamiento marca Heraeus; temperatura regulable de 0° a 300°C
- Polarímetro Carl Zeiss 103176
- Cromatógrafo de gases (GC) acoplado a un espectrómetro de masas (MS)
- Mufla
- Baño María y Cocina eléctrica
- Molino

*B) MATERIALES*

- Crisoles de porcelana
- Vasos de 50, 100, 250 y 600 mL
- Balones de 100 mL
- Matraces Erlenmeyer de 250 mL
- Recipientes de aluminio
- Espátula
- Baguetas
- Agua destilada
- Tabla Munsell
- Embudos
- Papel filtro rápido y lento
- Pipetas
- Fiola de 1 L, 250 mL y 100 mL
- Mechero Bunsen
- Alambre de nicrón

*C) REACTIVOS*

- Tolueno
- Etanol 30 %, 50 %, 70 % y 96 %
- Éter dietílico
- Ácido perclórico

- Acetato de zinc
- Ferrocianuro de potasio
- Ácido sulfúrico 1.25%
- Reactivo Anthrone
- Solución de Fehling A y B
- Acido clorhídrico 2N
- Hidróxido de Sodio 1.25%
- Catalizador de oxidación
- Cloruro de Sodio 1N
- Cloruro de Bario 1N
- Cloruro de Calcio 1N
- Diclorofenol-indofenol al 0,1 %.

### 3.3.3 MATERIALES DE GABINETE

- Calculadora científica
- Computadora

### 3.3.4 EQUIPO PERSONAL

- Mochila
- Botiquín de primeros auxilios

### 3.4 METODOLOGÍA

#### 3.4.1 MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE GOMA

En vista que no existen registros sobre algún método de extracción específico para la goma del sapote (*Capparis scabrida*) y basándose en la bibliografía consultada y experiencias de campo, se probaron distintos métodos de extracción, para poder determinar el método que nos brinde la mayor productividad y que al mismo tiempo sea el más útil para el cumplimiento de los objetivos. Con estos métodos y mediante el monitoreo frecuente de los mismos, durante el periodo de un año, se intentó asimismo determinar el rendimiento del árbol en cuanto a la producción de gomas.

Hay que tener presente que los métodos utilizados no están descritos en ninguna bibliografía consultada a excepción del segundo método<sup>4</sup> (agujeros). Estos se fueron determinando conforme se iban obteniendo los distintos resultados y se fueron modificando durante el desarrollo del presente estudio.

Cabe señalar que, en ninguno de los métodos evaluados en el presente estudio, se utilizó ningún estimulante para asegurar la producción de la goma y optimizar el rendimiento de esta, como suele hacerse en el caso de las resinas.

#### A) MÉTODO 1: VENTANAS

Este método se basó en realizar heridas en el árbol, tanto en el fuste como en las ramas, desprendiendo parte de la corteza, sin dañar a la madera, con el fin de observar como reaccionaba el árbol ante esta clase de herida.

#### *DISEÑO EXPERIMENTAL*

El diseño experimental se realizó por bloques, para lo cual se separaron los estudios en 2 bloques distintos en función a los lugares geográficos en los que se realizarán las evaluaciones siendo estos el Santuario Histórico Bosque de Pómac y el distrito de Olmos.

---

<sup>4</sup> Método utilizado para la recolección de la goma de brea (*Cercidium praecox*) proveniente de la Región semiárida de Argentina, zona que posee condiciones similares a las zonas de estudio.

Dentro de cada bloque se escogieron dos zonas distintas (sub-bloques) en función a la profundidad de la napa freática, en el Santuario Histórico Bosque de Pómac se seleccionaron dos sub-bloques, uno dentro de la zona conocida como Las Salinas y otro dentro de la zona conocida como Pómac III, los cuales, debido a la gran extensión del Bosque de Pómac, posee zonas con distintas profundidades de napa freática (15-18 m y 20-25 m respectivamente). En el distrito de Olmos, los sub-bloques se ubicaron en dos localidades distintas, también en función de la napa freática; el primer sub-bloque se ubico dentro del ámbito del caserío de San Cristóbal chico, y el segundo sub-bloque en el caserío conocido como Pasaje Norte, donde la napa freática se ubica a los 25-35 m y 30-45 m respectivamente.

Considerando la abundancia o presencia de árboles de sapote, los individuos en cada sub-bloque se escogieron al azar, tomando un punto de referencia, de preferencia un hito, casa, o algún objeto que no vaya a ser movido de su lugar original. A partir del punto de referencia se delimitó un área de 100 x 100 m; dentro de esta área se escogieron al azar los árboles de donde se colecto la goma, escogiéndose 25 árboles por cada sub-bloque de estudio.

El método consistió en practicar incisiones aproximadas de 10 x 10 cm en la corteza de los árboles seleccionados (ver Figura N° 15), tratando de no dañar la madera, con el fin de poder determinar la cantidad de goma exudada y así poder obtener con mayor exactitud el rendimiento de cada uno de los árboles seleccionados. Asimismo se tomó en cuenta la altura y diámetro de cada uno de los árboles, considerándolas variables de posible importancia para la determinación de la óptima producción y extracción de la goma.

Dentro de cada bloque se evaluaron 32 árboles, teniendo al final 64 árboles a estudiar; este resultado se obtuvo de un diseño estadístico que resulta de multiplicar la cantidad de variables independientes y duplicar este resultado:

- 
- a) BLOQUE: Zonas de estudio: el estudio se realizó dentro del ámbito del Santuario Histórico Bosque de Pómac, así como dentro del ámbito del distrito de Olmos. Cada una de estas zonas es la que en el punto anterior nombramos como bloques.

- b) SUB-BLOQUE: Napa freática<sup>5</sup>: mediante esta variable se determinaron los sub-bloques. Se considera una variable de gran importancia ya que, como bien es sabido, la producción de la goma depende directamente de la cantidad de agua que el árbol reciba.
- c) Especie: se estudió solo la especie sapote (*Capparis scabrida*).



**Figura 15** Foto de las heridas que se le practicaron a cada uno de los individuos de sapote (*Capparis scabrida*) en el Método 1: Ventanas

#### *VARIABLES DE ESTUDIO (VARIABLES INDEPENDIENTES)*

- a) Dap: los árboles a estudiar fueron solo aquellos que poseían un dap mayor a 10 cm. Asimismo se creyó necesario evaluar la producción de goma en función a las distintas clases diamétricas que se obtuvieron luego de esta investigación.
- b) Altura: se creyó necesario separar las evaluaciones en distintos rangos de altura, ya que cada una de las zonas de estudio (bloques), poseían una marcada diferencia de alturas.

---

<sup>5</sup> El conocimiento de la profundidad de la napa freática se obtiene por datos brindados por los mismos pobladores de cada una de las zonas en las de estudios, así como por la profundidad de los pozos de agua que existen en cada localidad.

Hay que tener en cuenta que la edad no se consideró como variable dentro de este estudio, a pesar de ser considerada de importancia, ya que no se contó con datos confiables sobre la edad de los árboles estudiados.

#### B) METODO 2: AGUJEROS

Este segundo método se diseñó en base a experimentos de extracción de gomas aplicados a otra especie conocida como brea (*Cercidium praecox*), proveniente del Parque Chaqueño Seco, ubicado en la Región semiárida Argentina (Losano, 1995).

La especie mencionada exuda una goma, como se observa en la Figura N° 16, de características similares a las de la goma arábica y se encuentra en una zona de condiciones climáticas bastante similares a las zonas de estudio escogidas para esta investigación.



**Figura 16** Detalle del método utilizado para el árbol de brea (*Cercidium praecox*)

### DISEÑO EXPERIMENTAL

Este diseño experimental se realizó, al igual que en el método anterior, por bloques. Se determinaron dos bloques distintos en función a los lugares geográficos que se determinaron para la realización de los estudios.

Cada uno de estos bloques se dividió en dos sub-bloques o localidades distintas para las evaluaciones, determinados en función a la profundidad a la que se encuentra la napa freática. Dentro de cada sub-bloque se estudiaron 25 árboles, escogidos, al igual que en el método anterior al azar. Los bloques y sub-bloques en los que se realizó este método fueron los mismos evaluados en el Método 1: Ventanas.

A los árboles seleccionados se les practicaron incisiones con un birbiquí, tanto en ramas como en fuste. Las incisiones aplicadas son de superficies distintas y se realizaron en un número distinto de repeticiones en cada árbol como se muestra en el Cuadro N° 10:

**Cuadro 10** Superficie de las heridas aplicadas al árbol de sapote (*Capparis scabrida*) en el Método 2: Agujeros

		NUMERO DE INCISIONES POR ÁRBOL				
		2	4	6	8	10
SUPERFICIE DE LAS INCISIONES (cm <sup>2</sup> )	1.13					
	1.77					
	2.54					
	3.63					
	4.91					

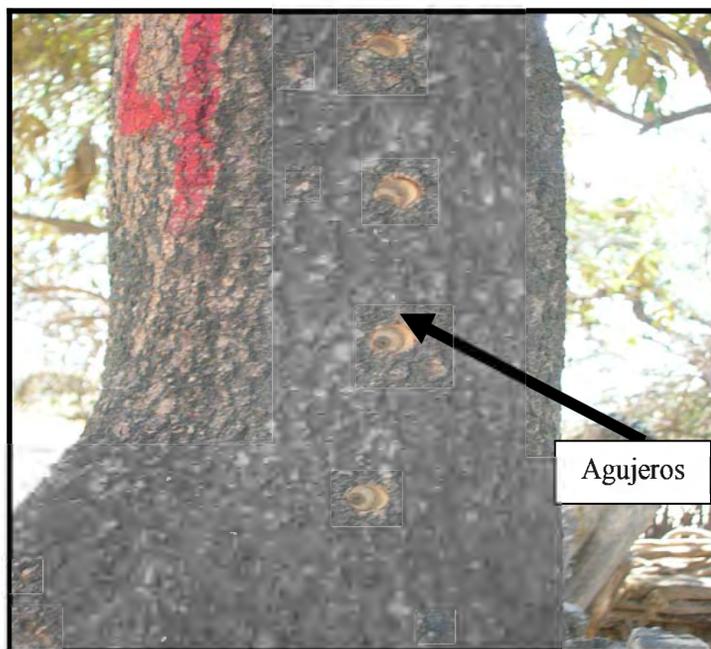
Los valores sombreados representan la superficie total de las incisiones realizadas en cada árbol, teniendo así veinticinco superficies distintas<sup>6</sup> las cuales serán practicadas, cada una, en un árbol, con la finalidad de poder medir con mejor precisión la productividad de cada árbol

<sup>6</sup> El área o superficie de la incisión está en función a los diámetros de las brocas del birbiquí que se encuentran en el mercado.

por superficie de incisión. Este procedimiento se realizará en cada uno de los 4 sub-bloques, teniendo al final un total de 100 árboles estudiados.

- a) BLOQUE: Zonas de estudio: estas fueron el Santuario Histórico Bosque de Pómac, provincia de Ferreñafe, y el distrito de Olmos, provincia de Lambayeque.
- b) SUB-BLOQUE: Napa freática: fue la variable, que por su importancia, determino los sub-bloques.
- c) Especie: se estudió solo la especie sapote (*Capparis scabrida*).

La Figura N° 17 muestra las incisiones aplicadas a los árboles evaluados mediante el método 2 (agujeros).



**Figura 17** Foto de las heridas que se le practicaron a cada uno de los individuos de sapote (*Capparis scabrida*) en el Método 2: Agujeros

### *VARIABLES DE ESTUDIO (VARIABLES INDEPENDIENTES)*

Para cada bloque establecido se consideraron las siguientes variables independientes:

- a) Dap: los árboles a estudiar fueron solo aquellos que poseían un dap mayor a 10 cm.
- b) Altura: se determinaron varios rangos de altura, como en el método anterior.

### *C) METODO 3: CORTES*

Este tercer método se basó en una de las técnicas utilizadas tradicionalmente por la gente de las comunidades locales, el cual consiste en realizar cortes con machete en el fuste y las ramas de los árboles. Los cortes deben ser limpios y se debe atravesar la madera de manera que el árbol exude la goma con el fin de cicatrizar mediante esta.

### *DISEÑO EXPERIMENTAL*

Al igual que en los métodos anteriores, este método se realizó por bloques, divididos en dos sub-bloques, en función a la calidad de sitio de estos. Dentro de cada sub-bloque se escogieron 25 árboles, utilizando el mismo método de selección al azar que en los casos anteriores.



**Figura 18** Foto de las heridas que se le practicaron a cada uno de los individuos de sapote (*Capparis scabrida*) en el Método 3: Cortes

#### *VARIABLES DE ESTUDIO (VARIABLES INDEPENDIENTES)*

Las variables independientes para este método fueron las mismas utilizadas en los otros dos métodos utilizando el mismo criterio para determinar su elección. Se creyó importante el hecho de mantener constante las mismas variables en cada uno de los métodos, para así poder comparar posteriormente los resultados finales.

#### *D) MÉTODO 4: RECOLECCIÓN*

El cuarto método se basó simplemente en recolectar la goma exudada por el árbol de sapote, en individuos que ya presentaban exudación al momento de ser seleccionados, producto de cortes o agujeros hechos por aves (mayormente pájaros carpinteros) u otros animales, como las cabras, que suelen frotar sus cuernos contra la corteza de los árboles llegando a dañar la madera. En este método no se practicaron incisiones en el árbol.

#### *DISEÑO EXPERIMENTAL*

El diseño experimental para este método fue el mismo utilizado en los métodos ya mencionados. Así, se seleccionaron tanto los mismos bloques y sub-bloques como las mismas variables de estudio.

#### **3.4.2 SECUENCIA METODOLÓGICA PARA LA RECOLECCIÓN DE GOMA**

La goma se extrae por exudación, mediante la realización de pequeñas incisiones en las ramas y fuste de los árboles. Estas incisiones fueron realizadas mediante distintos métodos, como se explicó anteriormente, para poder determinar el rendimiento del árbol en cuanto a producción de goma. Las gomas utilizadas para los posteriores análisis físicos y químicos, fueron las recolectadas en el Método 4: Recolección, de árboles que ya presentaban gomas al momento de ser elegidos. Estas gomas estaban recién exudadas, es decir, que se escogieron gomas frescas, mas no las que ya se encontraban cristalizadas o aparentaban tener un mayor tiempo de exudación. El daño al árbol al momento de la recolección fue mínimo.

#### *A) CENSO MUESTRAL*

Este censo fue realizado en base a las variables independientes mencionadas en el subcapítulo anterior utilizadas para cada método practicado, logrando determinar la abundancia de los individuos que cuenten con estos requisitos, según los distintos sub-bloques escogidos dentro de cada zona de estudio (bloque).

#### *B) IDENTIFICACIÓN DE LA ESPECIE*

Se recolectaron muestras de las hojas y el fruto, las cuales fueron trasladadas a un laboratorio dendrológico, en este caso el Herbario Forestal (MOL) de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), para que la especie sea oficialmente reconocida como sapote (*Capparis scabrida*).

#### *C) MARCADO DE ÁRBOLES Y ELABORACIÓN DE FICHAS<sup>7</sup>*

Después de ejecutado el censo e identificado los árboles a evaluar, según el diseño experimental correspondiente, se procedió al marcado de los árboles para la recolección de la goma.

Para poder determinar mejor la manera en que influyen las características del árbol en la producción de las gomas, se elaboró una ficha, que fue llenada para cada uno de los individuos a estudiar. Esta ficha incluía tanto las variables que considerábamos importantes como la descripción general y foto de cada uno de los árboles. Asimismo se elaboraron fichas para describir las zonas de trabajo escogidas para el presente estudio.

---

<sup>7</sup> El modelo de cada una de las fichas elaboradas, así como los datos medidos para cada individuo, se encuentra incluida dentro de los Anexos

#### *D) RECOLECCIÓN DE LA GOMA*

En la medida de lo posible estas exudaciones deben ser recogidas manualmente, evitando que caigan y sean contaminadas por la tierra. Las gomas recolectadas fueron debidamente limpiadas, ya que la gran mayoría de estas gomas es extraída con pedazos de corteza u otras impurezas. Luego de la recolección, las gomas fueron depositadas en bolsas plásticas debidamente identificadas, pesadas y almacenadas a temperatura ambiente en recipientes secos y cerrados herméticamente, para su posterior traslado al laboratorio. Luego de la primera cosecha, se procede a realizar nuevas incisiones, dejando que las antiguas cicatricen de manera natural.

Cabe señalar que en la medida de lo posible, se recolectó goma fresca; ésta fue considerada como goma fresca cuando, al ser recolectada, presentaba una consistencia suave, maleable y era fácil de retirar de las ramas o fuste, asimismo la goma aún no demostraba rastros de haber cristalizado.

#### *E) PURIFICACIÓN DE LA GOMA*

La goma recolectada y clasificada por bloques fue llevada al laboratorio para su purificación y posterior análisis. Esta fue conservada en bolsas plásticas herméticamente cerradas y conservadas en la refrigeradora para evitar que las muestras se deterioren con el calor o la humedad del ambiente. En vista de las múltiples impurezas encontradas en las gomas recolectadas, estas debieron de ser clasificadas y solo se utilizó las porciones de cada muestra que se encontraban limpias y libres de impurezas.

#### *F) PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS*

Cada muestra de goma pura fue molida, utilizando un tamiz N° 20 y N° 60, para facilitar los distintos análisis a realizar en el laboratorio. Las gomas molidas fueron guardadas en bolsas plásticas herméticamente cerradas para evitar que estas se contaminen o absorban humedad.

### 3.5 ANÁLISIS DE LABORATORIO

#### 3.5.1 ANÁLISIS FÍSICO DE LA GOMA

Se han considerado importantes la determinación de las siguientes características físicas para la realización del presente estudio:

##### *A) RENDIMIENTO*

Se consigue determinando el peso de la goma extraída o colectada por árbol estudiado en un intervalo de tiempo determinado o en un momento determinado, respectivamente. Hay que tener en cuenta que en el peso de las gomas, al momento de extraerlas, está incluido el peso de muchas impurezas como son pequeñas porciones de corteza, hojas, tierra, etc. y se calcula que puede llegar a existir en algunos casos hasta un 30 % de pérdida en peso por este motivo. Debido a la falta de equipo necesario para purificar la goma de manera similar a la usada industrialmente, solo se determinó el rendimiento al momento de la recolección más no luego de ser purificada. El rendimiento de la goma extraída se determinó además en función a variables como diámetro y altura, con el fin de conocer la influencia de estas variables en la producción de goma por árbol. Asimismo se evaluó el rendimiento de goma colectada de árboles pertenecientes a los mismos sub-bloques de estudio, de los cuales se recolectó goma para los posteriores exámenes físico-químicos. Estos árboles ya poseían gomas al momento de su evaluación, la cual fue exudada por el árbol como producto de agujeros realizados en su mayoría por aves u otros animales.

##### *B) COLOR*

Se determina el color de cada una de las muestras mediante el uso de la Tabla de colores Munsell para plantas (Munsell Color Charts for Plants Tissues, 1977). Estas tablas incluyen todos los matices del rango visible del espectro electromagnético y se utilizan para describir el color de rocas, suelos, plantas, entre otros, en término de tres coordenadas: matiz (Hue) que mide la composición cromática de la luz que alcanza el ojo; claridad (Value), que indica la luminosidad u oscuridad de un color con relación a una escala de gris neutro; y pureza

(Chroma), que indica el grado de saturación del gris neutro por el color del espectro. La Tabla Munsell está compuesta de hojas, representando cada una de ellas un matiz (Hue) específico que aparece en la parte superior derecha de dicha página. Cada hoja presenta una serie de plaquitas o “chips” diferentemente coloreados y sistemáticamente arreglados en la hoja que representan la claridad (Value) y la pureza (Chroma). Las divisiones de claridad (Value) se representan en sentido vertical, incrementando su valor (haciéndose mas claro) de abajo hacia arriba; las divisiones de pureza (Chroma) se presentan en sentido horizontal, en la parte inferior de la hoja, incrementándose de izquierda a derecha.

Existen distintos factores que influyen en la apreciación del color como son la calidad e intensidad de la luz, la rugosidad de la superficie reflectora y la humedad de la muestra. Por ello se recomienda determinar el color a campo abierto y utilizar un ángulo recto para la luz incidente. Las tablas utilizadas para la evaluación de las gomas se encuentran en el Anexo 10.

### C) HUMEDAD

Para determinar la humedad se utilizaron dos métodos distintos, con el fin de comparar los resultados obtenidos por ambos métodos y así poder conocer cual es método que realmente se debería de utilizar para la obtención de la humedad en las gomas. El primero fue el que comúnmente se usa en los laboratorios para determinar la humedad de las muestras, en especial de las maderas. Este método es conocido como el “Método de Humedad Gravimétrica”. El segundo método es el que muchas bibliografías sugieren como el método mas exacto en la determinación de la humedad, en especial en el caso de resinas y gomas y es llamado “Método de la Humedad Azeotrópica”, descrita por *Markusson*, que en algunas bibliografías se encuentra como “Método del Tolueno” o “Método de Karl-Fischer”, por ser un método recomendado en muchas referencias bibliográficas. Ambos métodos fueron determinados mediante la Norma NTP 251.010. El contenido de humedad de las gomas en el mercado es por lo general de 8-13 %.

#### D) SÓLIDOS TOTALES

A partir del resultado obtenido en el punto anterior, se determina los sólidos totales (ST):

$$ST = 100 - \% \text{ humedad} \quad (\text{Matissek et al, 1992})$$

#### 3.5.2 ANÁLISIS QUÍMICO DE LA GOMA

Los análisis químicos a realizarse son los siguientes:

##### A) SOLUBILIDAD

Es determinada por adición de una cantidad definida de muestra de goma a concentraciones distintas de etanol (0 %, 30 %, 50 %, 70 % y 95 %). Si bien se sabe que las gomas no son solubles en compuestos orgánicos, se utilizarán distintas proporciones de agua/etanol para descartar la presencia de algún otro material soluble en compuestos orgánicos que pueda estar presente en la composición de esta goma. Las soluciones fueron agitadas por dos horas en un agitador a un ritmo de 150 ciclos/minuto a fin de solubilizar la mayor cantidad de muestra posible a temperatura ambiente (25° C). Por lo general las gomas presentan alto porcentaje de solubilidad en agua y en muchos casos suelen formar precipitados al momento de ser disueltas en solventes orgánicos, a pesar de que las concentraciones de estos solventes sea baja. La determinación de la solubilidad se consigue mediante método interno del LPP, basándose en la Norma NTP 319.084

##### B) CONSTITUCIÓN QUÍMICA DE LA GOMA: CARBOHIDRATOS

Se debe de determinar cuales son los constituyentes químicos de la goma de sapote (*Capparis scabrida*), específicamente cuales son los carbohidratos presentes en esta goma y en que porcentaje se encuentran en ella. Para este fin se utiliza un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrofotómetro de masas (GC-MS). Se determina utilizando los principios de la Norma AOAC 1985 parte 971.18.

El método utilizado se basó en la partición de los componentes en una fase móvil (el gas) que atraviesa la fase estacionaria separando la muestra en sus componentes de acuerdo a las

diferencias de solubilidad y volatilidad de los mismos, así cada componente sale por separado y a un tiempo característico, pasando al detector donde se convierte en una señal eléctrica proporcional a la cantidad de muestra que sale, la cual se registra con un graficador dando como resultado una gráfica llamada cromatograma para luego ser sometidos a análisis espectral mediante la conexión al espectrómetro de masas formando así un sistema CG-EM (GC-MS, por sus siglas en inglés). (Carrizales y Soto, 1979)

### *C) ROTACIÓN ÓPTICA*

Para la medición de la rotación óptica se utilizó un polarímetro Carl Zeiss 103176. La determinación de la rotación óptica está basada en la Norma NTP 319.076.

### *D) VISCOSIDAD*

Las mediciones isotérmicas (25° C) se llevaron a cabo mediante un Viscosímetro Brookfield RVF-220 utilizando Spindle N° 1 y 2 a 20 RPM. Se realizó en base a la Norma ASTM D1084-63, tomando como referencia la norma AOAC 1984 parte 10.017. El resultado se expresó en centipoises (cps).

### *E) pH*

Se determinó mediante un pH-metro el cual fue calibrado debidamente antes de su uso. Se utilizó para este fin la Norma AOAC 1985 parte 981.12.

### *F) CENIZAS*

Las cenizas se determinaron sometiendo muestras de goma a 650° C en una mufla por aproximadamente 3-4 horas. Este análisis se basó en la Norma AOAC 1995 parte 942.05. Dependiendo la cantidad de muestra que se utilice el tiempo que demore en formarse las cenizas es menor.

### G) DETERMINACIÓN DE CATIONES

Esto se consigue en base a las cenizas mediante ensayos de coloración a la llama, donde se determina cualitativamente las sales presentes en la goma debido a un cambio de coloración en la llama al someter las cenizas a esta. Este análisis se realizó mediante método interno LPP, adaptado de la materia Análisis Químico Papelero, de la ETSIT, Universidad Politécnica de Barcelona.

### H) VITAMINAS

Se sabe que muchas gomas, al igual que los frutos de sapote (*Capparis scabrida*), poseen vitaminas A y C, por lo tanto se determinó cualitativamente la presencia de estas vitaminas:

- a) Para la determinación de la vitamina A (retinol) se utilizó un espectrofotómetro-UV y un estándar all-trans Retinol. Con el espectro se identificó la vitamina por la formación de un pico de absorción a 325 nm.
- b) Para la determinación de la vitamina C (ácido ascórbico) se colocó en un vidrio de reloj una pequeña cantidad de la muestra en polvo a analizar y se adicionó de 2 a 5 gotas de solución 2:6 diclorofenol-indofenol al 0,1 %. La aparición de manchas rosadas indica la presencia de vitamina C (Método interno del LPP).

### I) EXTRACTO ETÉREO

El contenido de extracto etéreo, el cual consiste fundamentalmente de grasas neutras (triglicéridos) y de ácidos grasos libres, se puede determinar en forma conveniente en los alimentos por extracción del material seco y reducido a polvo con una fracción ligera de petróleo o con éter dietílico en un aparato de extracción continua. En este caso fue mediante un equipo *Soxhlet*. El tiempo de ensayo por cada una de las muestras fue de 90 minutos y fue realizado bajo la Norma AOAC 1995 parte 920.39. Por lo general el contenido de extractivos en las gomas es bajo. Mayormente presentan valores menores al 1 %.

#### *J) FIBRA CRUDA*

Fibra cruda es el residuo orgánico combustible e insoluble que queda después de que la muestra se ha tratado en condiciones determinadas. Las condiciones más comunes son tratamientos sucesivos con petróleo ligero, ácido sulfúrico diluido hirviendo, hidróxido de sodio diluido hirviendo, ácido clorhídrico diluido, alcohol y éter. Este tratamiento empírico proporciona la fibra cruda que consiste principalmente del contenido en celulosa además de la lignina y hemicelulosas contenidas en la muestra. Este análisis fue determinado bajo la Norma AOAC 1995 parte 962.09

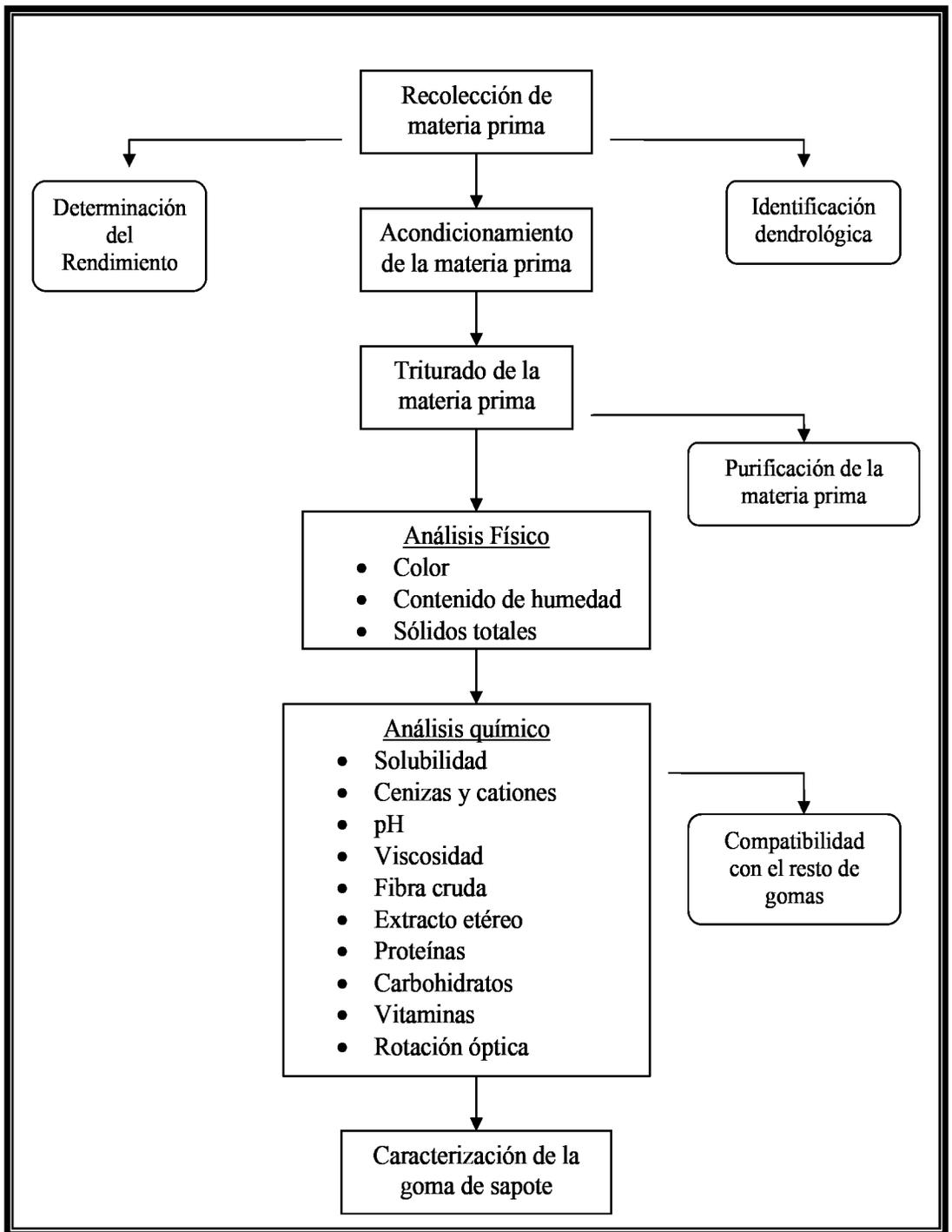
#### *K) PROTEÍNAS*

Para la determinación de las proteínas se utilizó un equipo *Kjeldahl*, el cual mantiene aún su posición como la técnica más fidedigna para la determinación del nitrógeno orgánico, en base al cual se calculan las proteínas, multiplicando la cantidad de nitrógeno por un factor protéico que para el caso de gomas es 6,25. Las proteínas fueron determinadas mediante la Norma AOAC 1995 parte 920.176.

#### *L) COMPATIBILIDAD DE LA GOMA*

Se deberá comparar la compatibilidad de esta goma con otros hidrocoloides vegetales como la goma arábica, goma guar, goma de tara, etc.

En la Figura N° 19 se muestra un esquema que explica la secuencia metodológica para la obtención y caracterización de la goma de sapote en el presente estudio.



**Figura 19** Secuencia metodológica de la obtención y caracterización de la goma de sapote (*Capparis scabrida*)

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Luego de concluida la realización de cada uno de los métodos antes mencionados se obtuvo los siguientes resultados:

### **4.1 ANALISIS FÍSICOS**

#### **4.1.1 RENDIMIENTO**

El rendimiento se determinó básicamente en función a tres variables: altura, diámetro y calidad de sitio, este último definido en función a la profundidad de la napa freática. Los datos originales de los resultados se encuentran en los Anexos 5, 6 y 7.

#### *A) METODO 1: VENTANAS*

Después de más de tres meses de evaluación (Enero-Marzo del 2006), no se obtuvo mayores respuestas por parte del árbol con este método; la mayor parte de los individuos estudiados, no exudaron goma o la exudación fue casi nula. Solo en algunos casos, como se muestra en la Figura N° 20, los árboles respondieron, pero con poca cantidad de goma. Estos resultados se dieron tanto en el Santuario Histórico Bosque de Pómac como en el distrito de Olmos. Las respuestas obtenidas, quizás no determinen el comportamiento de los árboles en cuanto a producción de goma debido al escaso número de individuos que respondieron de manera afirmativa.



**Figura 20** Respuesta del árbol del sapote (*Capparis scabrida*) ante las incisiones efectuadas en el Método 1: Ventanas

En el caso del Santuario Histórico Bosque de Pómac, la producción media fue de 1,2 g/árbol, valores que se muestran muy bajos debido a las deficiencias del método, llegándose a tener un valor mínimo de 0,0 g/árbol y uno máximo de 7,6 g/árbol. Para el caso del distrito de Olmos, los resultados fueron aún más bajos, teniendo una producción media de 0,3 g/árbol, con valores mínimos de 0,0 g/árbol y uno máximo de 3,4 g/árbol.

Ningunos de los árboles mostró exudación al inicio de la evaluación, como sucede con otras especies como *Acacia senegal*, que al primer o segundo día después de haberse realizado las incisiones, esta muestra ya indicios de exudación.

Los mayores resultados se dieron en la zona del Santuario Histórico Bosque de Pómac, donde por lo menos 10 de los 32 árboles respondieron positivamente al experimento. Los mayores resultados se obtuvieron en el sub-bloque de Las Salinas, donde la disponibilidad de agua debido a la profundidad de la napa freática es mayor.

En el caso del distrito de Olmos, sólo 4 de los 32 árboles exudaron goma. Este resultado se puede deber quizás a la distancia de la napa freática. En el caso del Santuario Histórico Bosque de Pómac, la napa freática se encuentra entre los 15 y los 25 m, mientras que en las zonas

estudiadas dentro del distrito de Olmos, esta puede llegar hasta los 45 m, como es el caso del caserío de Pasaje Norte.

Asimismo, como se mencionó anteriormente, se cree que la superficie de las heridas pudo haber tenido que ver con los resultados obtenidos, ya que estos mismos árboles, en su mayoría, presentaban exudados al momento de su selección, producto de heridas hechas, principalmente, por los pájaros carpinteros que hay en las zonas de estudio.

**a) En función a la altura**

Al evaluar la producción de goma por rangos de altura, se observa en el Cuadro N° 11, que la mayor producción de goma la obtuvieron los individuos que se encontraban en el rango de 2-4 m, con una producción promedio de 1,89 g/árbol de goma durante el total de las evaluaciones realizadas, los que representan más del 50 % de la producción total.

**Cuadro 11** Producción promedio de goma de sapote (*Capparis scabrida*) obtenida en los 4 sub-bloques de estudio, según los rangos de altura, mediante el Método 1: Ventanas

<b>ALTURA</b>	<b>PRODUCCIÓN MÍNIMA</b>	<b>PRODUCCIÓN MÁXIMA</b>	<b>PRODUCCIÓN PROMEDIO</b>
(m)	(g/árbol)	(g/árbol)	(g/árbol)
< 2	0,0	1,2	1,20
2 – 4	0,0	5,7	1,89
4 – 6	0,0	3,7	0,34
6 – 8	0,0	5,3	0,99
8 – 10	0,0	1,9	0,17
10 – 12	0,0	2,8	0,4
> 12	0,0	3,4	1,13
Media Total			<b>0,74</b>

En la Figura N° 21 se muestra la variación de la producción de goma en función a la altura de los árboles; se observa una alta dispersión de los datos, con una bajísima correlación, aunque probablemente la producción de la goma disminuiría conforme aumentan los valores de altura del árbol. Como se puede apreciar, la mayor cantidad de individuos estudiados no presentaron ninguna producción.

Este resultado quizás se deba a que los árboles con menor altura (de 2 a 4 m), que fueron los que mejor respondieron, se encontraban ubicados en la zona donde la napa freática no es tan profunda, y siendo esta variable, en apariencia, muy influyente para la producción de goma, podría explicar la mayor producción de goma en árboles de poca altura (2-4 m).

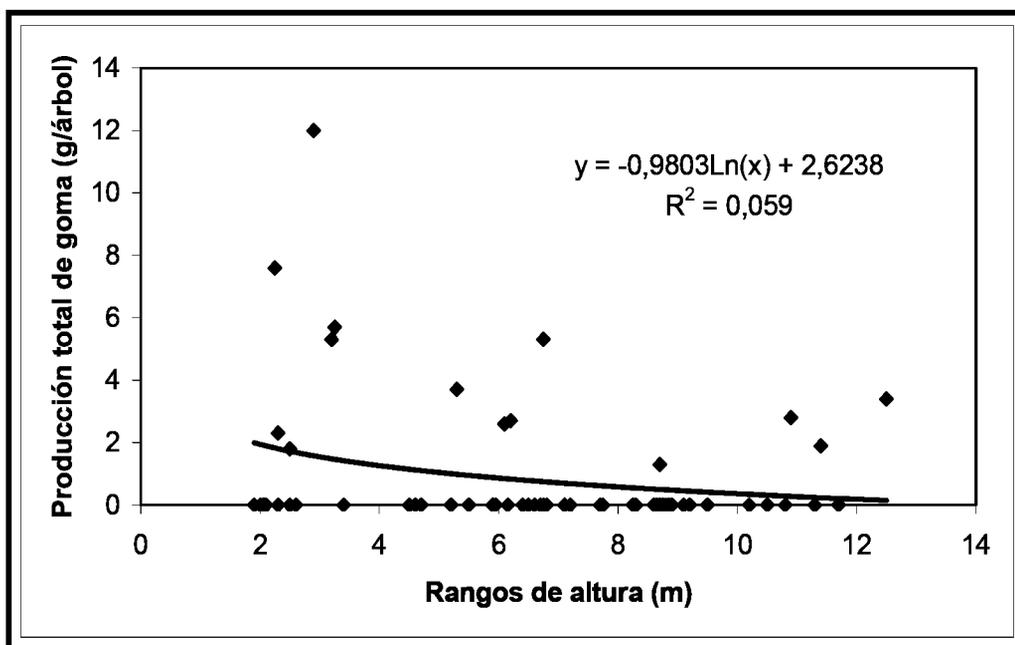


Figura 21 Producción total de goma (g/árbol) obtenida de los 64 árboles de sapote (*Capparis scabrida*) evaluados según rangos de altura, mediante el Método 1: Ventanas

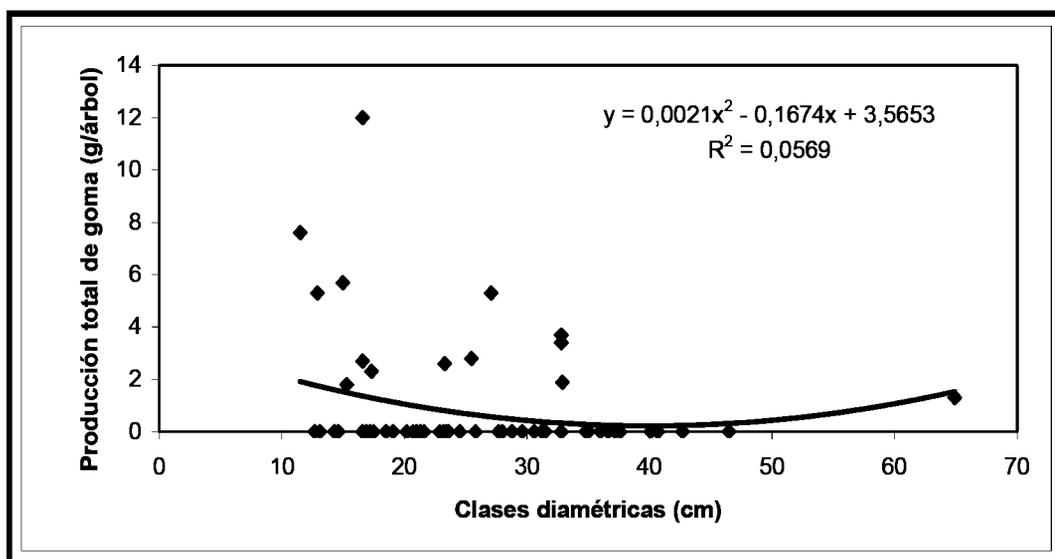
**b) En función al diámetro**

Al evaluar los resultados en función al diámetro se encontraron que los mayores valores de producción la obtuvieron las clases diamétricas de 10–20 cm con 1,02 g/árbol de producción promedio, lo que corresponde aproximadamente al 64 % de la producción total obtenida.

El Cuadro N° 12 muestra la producción promedio de goma de sapote obtenida mediante el Método 1 en los 4 sub-bloques de estudio.

**Cuadro 12** Producción promedio de goma de sapote (*Capparis scabrida*) obtenida en los 4 sub-bloques de estudio, según clases diamétricas, mediante el Método 1: Ventanas

<b>DIÁMETRO</b>	<b>PRODUCCIÓN MÍNIMA</b>	<b>PRODUCCIÓN MÁXIMA</b>	<b>PRODUCCIÓN PROMEDIO</b>
(cm)	(g/árbol)	(g/árbol)	(g/árbol)
10 – 20	0,0	7,6	1,02
20 – 30	0,0	5,3	0,50
30 – 40	0,0	3,7	0,84
40 – 50	0,0	0,0	0,0
50 – 60	0,0	0,0	0,0
60 – 70	0,0	0,0	0,0
> 70	0,0	0,0	0,0
Media Total			<b>0,74</b>



**Figura 22** Producción total de goma(g/árbol) obtenida de los 64 árboles de sapote (*Capparis scabrida*) evaluados según clases diamétricas mediante el Método 1: Ventanas

Al igual que en el caso de las alturas, se observa una gran dispersión de los datos, así como una muy baja correlación entre los mismos. Quizás se podría decir, que la mayoría de los árboles que respondieron favorablemente, corresponden en su mayoría a los árboles del sub-bloque de Las Salinas, donde la profundidad de la napa freática es menor, afectando esto directamente a la producción de goma.

### B) METODO 2: AGUJEROS

Luego de 2 meses de evaluación (Marzo-Abril) tampoco se obtuvieron buenos resultados con este método en ninguna de las zonas estudiadas. Los árboles prácticamente no exudaron goma, por lo tanto estos resultados, al igual que en el caso anterior, no determinan el comportamiento real del árbol en cuanto a la producción de goma, pero por otro lado demuestran quizás que este método no es el mas adecuado para la extracción de la goma.



**Figura 23** Respuesta del árbol de sapote (*Capparis scabrida*) ante las incisiones realizadas en el Método 2: Agujeros

Los resultados obtenidos en el sub-bloque de Las Salina dentro del Santuario Histórico Bosque de Pómac mediante el Método 2, no fueron mejores que los obtenidos con el método anterior. En esta zona se obtuvo una producción media de 1,8 g/árbol, valor que se muestra bastante bajo debido a la gran cantidad de árboles que no respondieron ante este método, reportando éstos valores mínimos de 0,0 g/árbol. Al mismo tiempo y en menor número, algunos árboles respondieron favorablemente a este método llegando a tener una producción de goma de hasta 10,1 g/árbol.

Resultados similares se obtuvieron para el sub-bloque de Pómac III dentro del Santuario Histórico Bosque de Pómac, donde también se obtuvo un producción media de 0,9 g/árbol,

debido, al igual que en Las Salinas, a la poca cantidad de individuos que respondieron a este método.

En este caso, hubo respuesta por un mayor número de árboles que en el caso de Las Salinas, pero aun así la producción fue bastante baja, obteniéndose en la mayoría de los árboles valores mínimos de 0,0 g/árbol y un valor máximo de 10,6 g/árbol. Comparando la producción promedio de estos dos sub-bloques, se observa que a pesar de la baja respuesta a este método, en Las Salinas, los árboles que respondieron lo hicieron produciendo una mayor cantidad de goma que la producida por los árboles del sub-bloque de Pómac III.

En el caserío de San Cristóbal chico los valores arrojados en cuanto a producción de goma son menores a los encontrados en el Santuario Histórico Bosque de Pómac, obteniéndose solo una producción media de 0,9 g/árbol, con un valor máximo de 6,4 g en solo un individuo. Este bajo valor promedio se debe en gran medida a la poca cantidad de árboles que respondieron a este método y los que lo hicieron no exudaron una cantidad significativa de goma. Por otro lado los valores arrojados por los individuos estudiados en el caserío de Pasaje Norte, son similares a los de San Cristóbal chico, donde se obtuvo una producción media de 0,9 g/árbol y se llegó a un valor máximo de 7,3 g en uno de los individuos estudiados.

Los mayores resultados, al igual que con el método anterior, se dieron en la zona del Santuario Histórico Bosque de Pómac, donde un total de 20, de los 50 árboles evaluados, respondieron positivamente. Los mayores resultados en este caso, se obtuvieron en Pómac III, donde 12 de los 25 árboles evaluados respondieron con exudación de goma, pero en el caso de Las Salinas, a pesar de que solo 8 árboles respondieron positivamente, éstos lo hicieron produciendo una mayor cantidad de goma. En el caso del distrito de Olmos, sólo 11 de los 50 árboles exudaron goma, pero a diferencia del método anterior 5 individuos volvieron a presentar exudación. Pero no se presentó gran diferencia entre los resultados obtenidos en los caseríos de Pasaje Norte y San Cristóbal chico.

En vista de los pocos individuos que respondieron ante este método en cada una de las zonas, no se cree que el problema radique solamente en la disponibilidad de agua sino en el método en sí, ya que en esa misma zona se presentaban individuos con cantidades mayores de goma

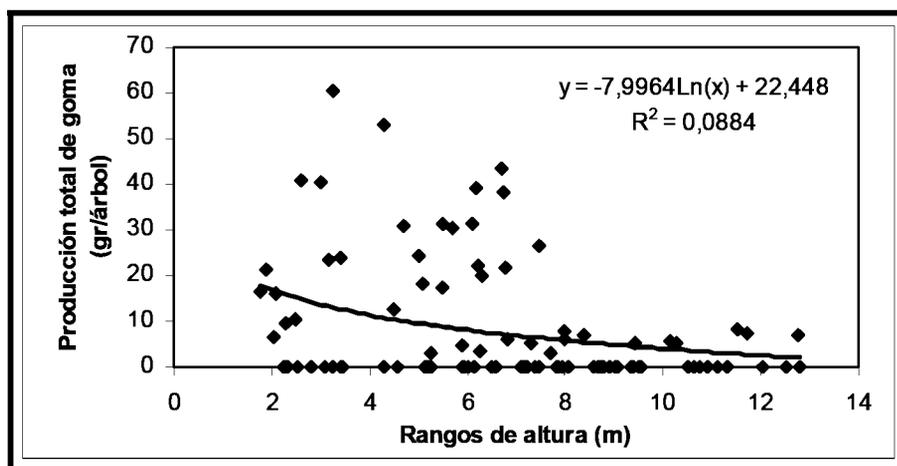
exudada y muchos de los árboles evaluados, llegaban ya a presentar goma al momento de ser seleccionados para el estudio, llegando a pesar éstas entre 52,8 y 243,7 g/árbol.

**a) En función a la altura**

Si la producción de goma es evaluada por rangos de altura se puede observar en el Cuadro N° 13 que la mayor producción de goma la obtuvieron los individuos que se encontraban en el rango de 2-4, 4-6 y 6-8 m, con una producción de goma promedio de 1,71, 1,67 y 1,76 g/árbol respectivamente durante el total de las evaluaciones realizadas.

**Cuadro 13** Producción promedio de goma de sapote (*Capparis scabrida*) obtenida en los 4 sub-bloques de estudio, según rangos de altura, mediante el Método 2: Agujeros

<b>ALTURA</b>	<b>PRODUCCIÓN MÍNIMA</b>	<b>PRODUCCIÓN MÁXIMA</b>	<b>PRODUCCIÓN PROMEDIO</b>
(m)	(g/árbol)	(g/árbol)	(g/árbol)
< 2	0,0	0,0	0,0
2 – 4	0,0	10,1	1,71
4 – 6	0,0	10,6	1,67
6 – 8	0,0	7,8	1,76
8 – 10	0,0	7,3	0,77
10 – 12	0,0	3,8	0,51
> 12	0,0	2,9	1,27
Media Total			<b>1,35</b>



**Figura 24** Producción total de goma (g/árbol) obtenida de los 100 árboles de sapote (*Capparis scabrida*) evaluados según rangos de altura, mediante el Método 2: Agujeros

Según se observa en la Figura N° 24, no hay una línea de tendencia clara que indica que los valores de producción tienden a variar conforme aumenta la altura. Se observa una gran dispersión de los datos y un valor muy bajo de correlación existente entre ellos. Debido a esto se podría afirmar, para el presente estudio, que hay una respuesta muy baja de producción de goma ante este método.

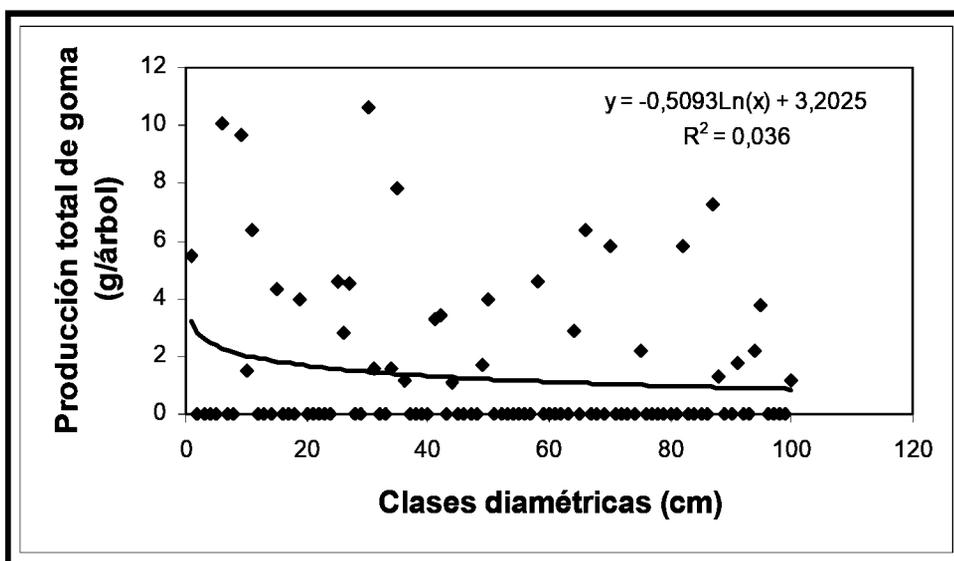
A diferencia también de los resultados obtenidos por el Método 1, en este método, los mayores resultados se obtuvieron dentro de los rangos de 4-6 m y 6-8 m, no en los estratos más pequeños como sucedió con el método anterior. En estos rangos se encuentran tanto los árboles pertenecientes al Santuario Histórico Bosque de Pómac como al distrito de Olmos y que obtuvieron producciones similares de goma en ambas zonas.

#### b) En función al diámetro

Luego de evaluar los resultados obtenidos en la producción de gomas con respecto al diámetro, se puede observar en el Cuadro N° 14, que la mayor producción de goma fue obtenida en las clases diamétricas de 10-20 cm y 20-30 cm. En el resto de clases diamétricas la producción fue prácticamente nula, tal como sucedió con el método anterior, por lo que quizás se podría afirmar, para el presente estudio, que los árboles con diámetros menores a 30 cm, son lo que producen una mayor cantidad de goma. Estos rangos han sido encontrados en todas las zonas de estudio (4 sub-bloques).

**Cuadro 14** Producción promedio de goma de sapote (*Capparis scabrida*) obtenida en los 4 sub-bloques de estudio, según clases diamétricas, mediante el Método 2: Agujeros

<b>DIÁMETRO</b>	<b>PRODUCCIÓN MÍNIMA</b>	<b>PRODUCCIÓN MÁXIMA</b>	<b>PRODUCCIÓN PROMEDIO</b>
(cm)	(g/árbol)	(g/árbol)	(g/árbol)
10 – 20	0,0	10,6	1,76
20 – 30	0,0	7,8	1,35
30 – 40	0,0	4,6	1,18
40 – 50	0,0	0,0	0,0
50 – 60	0,0	0,0	0,0
60 – 70	0,0	0,0	0,0
> 70	0,0	2,2	2,2
Media Total			<b>1,35</b>



**Figura 25** Producción total de goma (g/árbol) obtenida de los 100 árboles de sapote (*Capparis scabrida*) evaluados según clases diamétricas mediante el Método 2: Agujeros

Como se observa en la Figura N° 25, se presenta una alta dispersión de los resultados, donde la producción de goma varía con los valores de los diámetros; en la curva se observa al inicio un pico alto de producción. Así como en el método anterior, los árboles evaluados que presentaban mayores diámetros se encontraron en el distrito de Olmos, donde la disponibilidad de agua es bastante baja, por lo que se podría afirmar nuevamente que más que el diámetro, es la napa freática el factor limitante en la producción de la goma.

### C) MÉTODO 3: CORTES

La realización de este método duró aproximadamente 2 meses, donde se obtuvieron mejores resultados pero aún así la cantidad de goma exudada no representa lo que usualmente se puede encontrar en los árboles de las zonas de estudio.



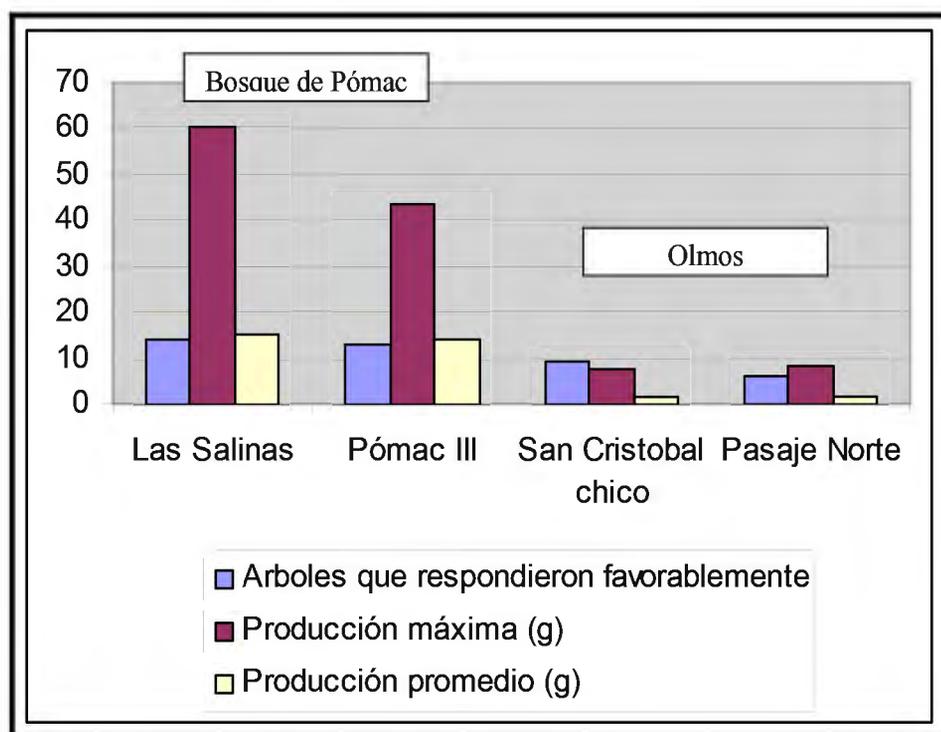
**Figura 26** Respuesta del árbol de sapote (*Capparis scabrida*) ante las incisiones realizadas con el Método 3: Cortes

Los resultados obtenidos son bastante similares en cuanto a las zonas que mejor respondieron a este método. Tanto en Las Salinas como en Pómac III, dentro del Santuario Histórico Bosque de Pómac, los resultados fueron mejores que en los obtenidos en el Distrito de Olmos. Así tenemos que en Las Salinas, la producción media fue de 15,1 g/árbol, valor que, a pesar de ser superior al de los otros métodos, es bastante bajo si se compara con la cantidad de goma encontrada en la mayoría de los árboles al momento de la elección de éstos y en los árboles de la zona en general. Asimismo, hubo árboles que no presentaron ninguna exudación pero el porcentaje (58,0 %) de estos individuos es menor que en los casos anteriores (78,1 % y 68,0 % respectivamente).

Resultados similares se obtuvieron para el sub-bloque de Pómac III, donde se obtuvo una producción media de 14,1 g/árbol, pero aun así se muestra baja, al igual que en el sub-bloque de Las Salinas, debido, en gran parte, a la poca cantidad de individuos que respondieron a este método.

Si se observan los resultados obtenidos en el Distrito de Olmos, la producción fue bastante similar a la obtenida con los otros dos métodos, pero mucho menos que para los otros dos sub-

bloques (Las Salinas y Pómac III) , donde se obtuvo para el caserío de San Cristóbal chico una producción media de 1,8 g/árbol y para el caserío de Pasaje Norte una producción media de 1,6 g/árbol.



**Figura 27** Producción de goma de sapote (*Capparis scabrida*) obtenida en los 4 sub-bloques de estudio mediante el Método 3: Cortes

En lo referente al número de individuos que respondieron positivamente a este método, el mayor porcentaje de ellos se encontraron tanto en Las Salinas como en Pómac III, donde, de los 25 árboles evaluados por sub-bloque, fueron 14 y 13 respectivamente los árboles que respondieron por zona llegando a tener valores de producción de hasta 60,2 g.

Por otro lado de los 50 árboles estudiados en el Distrito de Olmos, solamente 15 respondieron favorablemente a este método, de los cuales 9 árboles pertenecen al caserío de San Cristóbal chico y 6 al caserío de Pasaje Norte, con una producción máxima por árbol de 7,4 g en el caso del caserío de San Cristóbal chico y una producción máxima por árbol de 8,3 g en el caso del caserío de Pasaje Norte.

**a) En función a la altura**

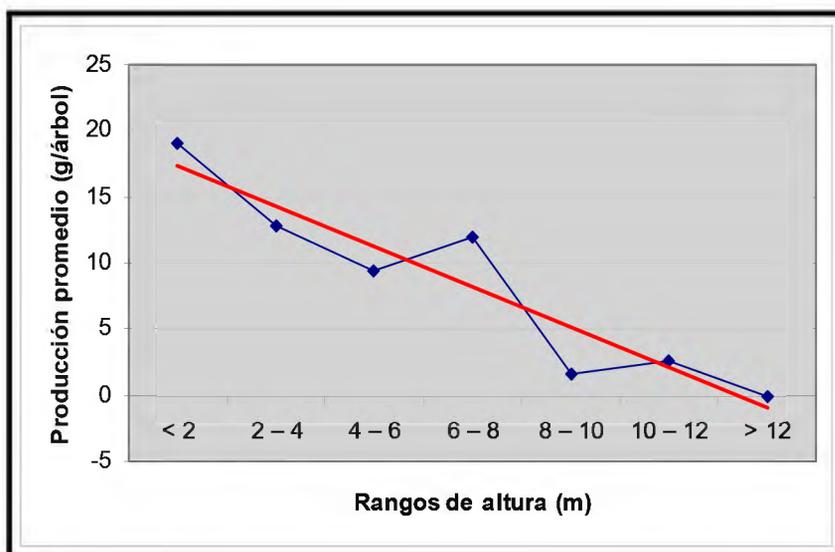
Evalutando los datos en función a la altura, se observa en el Cuadro N° 15, que la mayor producción de goma la obtuvieron los individuos que se encontraban en el rango de <2 m, con una producción promedio de 19,05 g/árbol de goma durante el total de las evaluaciones realizadas. Cerca a estos valores se encuentran los individuos de los rangos de 2-4 m de altura, con una producción promedio de 12,8 g/árbol en total y los de 6-8 m con 11,96 g/árbol en promedio.

Con este método se presentó exudaciones en todos los rangos de altura evaluados, a excepción de los individuos con alturas mayores a los 12 m.

**Cuadro 15** Producción promedio de goma de sapote (*Capparis scabrida*) obtenida en los 4 sub-bloques de estudio, según rangos de altura, mediante el Método 3: Cortes

<b>ALTURA</b>	<b>PRODUCCIÓN MÍNIMA</b>	<b>PRODUCCIÓN MÁXIMA</b>	<b>PRODUCCIÓN PROMEDIO</b>
(m)	(g/árbol)	(g/árbol)	(g/árbol)
< 2	16,7	21,4	19,05
2 – 4	0,0	60,2	12,77
4 – 6	0,0	53,2	9,49
6 – 8	0,0	43,4	11,96
8 – 10	0,0	8,3	1,62
10 – 12	0,0	7,7	2,61
> 12	0,0	0,0	0,0
Media Total			<b>8,15</b>

Según la Figura N° 28, se observa una tendencia a disminuir la producción promedio de la goma mientras se eleva el valor de la altura del árbol; la producción promedio, por árbol, alcanza valores cercanos a 20 g en árboles pequeños (menor a 2 m), pero en árboles mayores a 12 m, la producción fue nula. Por lo antes expuesto, se puede mencionar, observando además la línea de tendencia en la Figura N° 28, que los valores de producción de goma podrían estar influenciados por la altura del árbol; sin embargo, cabe mencionar que los árboles con menor rango de altura se ubicaron en la zona del Santuario Histórico Bosque de Pómac, donde la napa freática es menos profunda que en el distrito de Olmos, por lo que la mayor disponibilidad de agua de la zona sería una razón favorable para la mayor producción de goma.



**Figura 28** Producción promedio de goma de sapote (*Capparis scabrida*), según rangos de altura, obtenida mediante el Método 3: Cortes

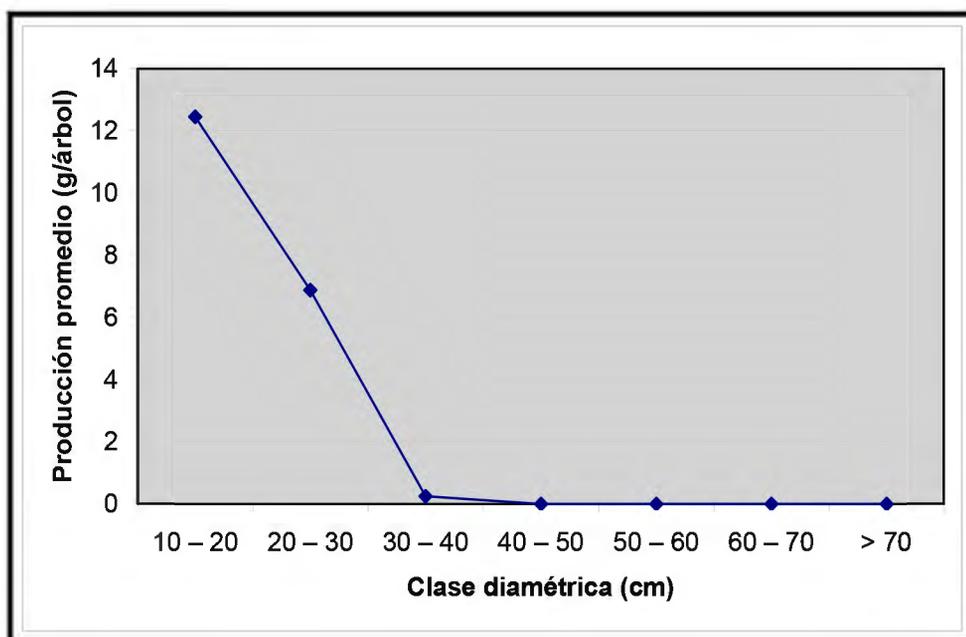
**b) En función al diámetro**

El Cuadro N° 16 muestra los resultados obtenidos para la producción de goma con respecto al diámetro, donde la mayor producción de goma (94 % de la producción total en los 4 sub-bloques) fue obtenida en las clases diamétricas de 10-20 cm y 20-30 cm.

**Cuadro 16** Producción promedio de goma de sapote (*Capparis scabrida*) obtenida en los 4 sub-bloques de estudio, según clases diamétricas, mediante el Método 3: Cortes

<b>DIÁMETRO</b>	<b>PRODUCCIÓN MÍNIMA</b>	<b>PRODUCCIÓN MÁXIMA</b>	<b>PRODUCCIÓN PROMEDIO</b>
(cm)	(g/árbol)	(g/árbol)	(g/árbol)
10 – 20	0,0	60,2	12,4
20 – 30	0,0	40,7	6,87
30 – 40	0,0	3,0	0,25
40 – 50	0,0	0,0	0,0
50 – 60	0,0	0,0	0,0
60 – 70	0,0	0,0	0,0
> 70	0,0	0,0	0,0
Media Total			<b>8,15</b>

En la Figura N° 29 son representados los valores de la producción promedio de goma, que va disminuyendo conforme aumentan los diámetros; se observa que la producción es alta en la primera clase (10 a 20 cm), es mínima en la tercera clase (30 a 40 cm) y no hubo producción en árboles con mayor diámetro, sobre los 40 cm; las primeras clases diamétricas son las que produjeron casi la totalidad de las gomas exudadas. Al igual que en el caso anterior, los árboles con menor clase diamétrica se ubicaron en la zona del Santuario Histórico Bosque de Pómac, donde la napa freática es menos profunda que en el distrito de Olmos, siendo la disponibilidad de agua de la zona una variable que influye en la producción de goma.



**Figura 29** Producción promedio de goma de sapote (*Capparis scabrida*) según clases diamétricas obtenida mediante el Método 3: Cortes

#### D) MÉTODO 4: RECOLECCIÓN

La realización de este método duró solamente 5 días, a diferencia de los métodos anteriores que necesitaron 2-3 meses para su realización, debido a que este método sólo consistía en recolectar la goma ya exudada por los árboles al momento de ser evaluados, por lo cual no se les practicó ninguna incisión.



**Figura 30** Foto de una de las gomas recolectadas del árbol de sapote (*Capparis scabrida*) mediante el Método 4: Recolección

Los resultados obtenidos mediante este método difieren bastante a los obtenidos en los 3 métodos anteriores en cuanto a rendimiento o producción de goma, ya que mediante este método se logró obtener una producción promedio de hasta 112,63 g/árbol en una de las zonas.

Dentro del ámbito del Santuario Histórico Bosque de Pómac, los mejores resultados se encontraron en el sub-bloque Pómac III, con una producción promedio de 112,63 g/árbol, con una producción mínima de 37,70 g/árbol y una producción máxima de 255,35 g/árbol. Resultados no menos favorables se obtuvieron en el sub-bloque de Las Salinas, donde se logró una producción media de 103,86 g/árbol, con un valor mínimo de 24,58 g/árbol y uno máximo de 536,72 g/árbol.

Para el distrito de Olmos la producción fue menor que en el caso del Santuario Histórico Bosque de Pómac, pero bastante mayor a la obtenida mediante los otros métodos evaluados en este estudio. En el sub-bloque de San Cristóbal chico la producción media fue de 65,09 g/árbol con una producción mínima por árbol de 28,35 g y una máxima de 144,30 g. En el sub-bloque de Pasaje Norte la producción media fue de 85,60 g/árbol, llegando a un valor mínimo por árbol de 23,90 g y uno máximo de 263,90 g.

Estos resultados nos demuestran las producciones o rendimientos reales, que se pudo llegar a conseguir en cada zona evaluada, si los métodos anteriormente mencionados, en los cuales se practicaron incisiones, hubieran dado los resultados esperados. Se podría decir que, probablemente, los 3 métodos anteriores no fueron los mas adecuados para este fin o quizás, podrían haber dado mejores resultados, si se practicaban utilizando estimulantes, como se hace en el caso de las resinas, para retardar o evitar la cicatrización del árbol, asegurando la producción continua de la goma.

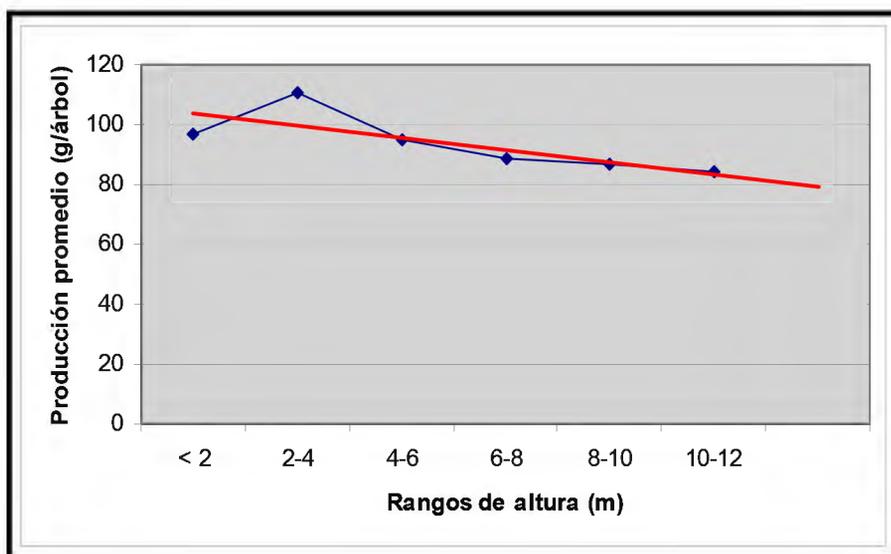
**a) En función a la altura**

Evaluando los datos en función a la altura, se observa en el Cuadro N° 17, que la mayor producción de goma se obtuvo dentro del rango de 2-4 m, con una producción promedio de goma de 110,68 g/árbol. Cerca de estos valores se encuentran los rangos de <2m y de 4-6 m con una producción promedio de 96,97 y 94,83 g/árbol respectivamente.

**Cuadro 17** Producción promedio de goma de sapote (*Capparis scabrida*) obtenida en los 4 sub-bloques de estudio, según rangos de altura, mediante el Método 4: Recolección

<b>ALTURA</b>	<b>PRODUCCIÓN MÍNIMA</b>	<b>PRODUCCIÓN MÁXIMA</b>	<b>PRODUCCIÓN PROMEDIO</b>
(m)	(g/árbol)	(g/árbol)	(g/árbol)
< 2	70,48	123,45	96,97
2 – 4	24,58	536,72	110,68
4 – 6	25,98	210,60	94,83
6 – 8	28,35	255,35	88,85
8 – 10	30,90	263,90	86,82
10 – 12	23,90	166,11	84,33
> 12	35,50	79,31	65,30
Media Total			<b>96,11</b>

Según la Figura N° 31, se observa una ligera tendencia a disminuir la producción promedio mientras se eleva el valor de la altura de árbol, pero esta disminución es baja y se debe básicamente a que los rangos de altura con mayor producción promedio de goma, se encuentran ubicados en la zona del Santuario Histórico Bosque de Pómac, donde la profundidad de la napa freática es menor que en el distrito de Olmos, donde se evaluaron los árboles pertenecientes a los rangos de altura mayores.



**Figura 31** Producción promedio de goma de sapote (*Capparis scabrida*), según rangos de altura, obtenida mediante el Método 4: Recolección

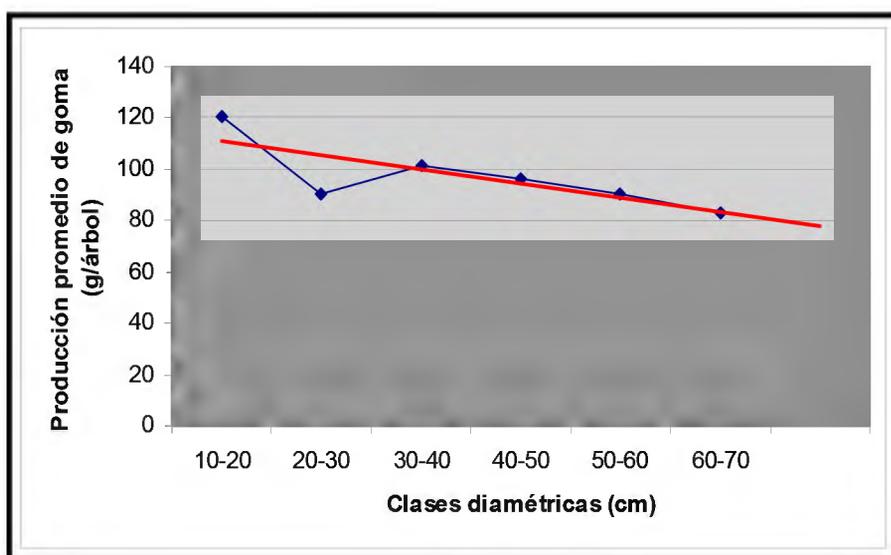
**b) En función al diámetro**

El Cuadro N° 18 muestra los resultados obtenidos para la producción de goma con respecto al diámetro, donde la mayor producción promedio de goma se consiguió en la clase diamétrica de 10-20 cm. En las últimas 3 clases diamétricas solo respondió un árbol por cada una de ellas.

**Cuadro 18** Producción promedio de goma de sapote (*Capparis scabrida*) obtenida en los 4 sub-bloques de estudio, según clases diamétricas, mediante el Método 4: Recolección

<b>DIÁMETRO</b>	<b>PRODUCCIÓN MÍNIMA</b>	<b>PRODUCCIÓN MÁXIMA</b>	<b>PRODUCCIÓN PROMEDIO</b>
(cm)	(g/árbol)	(g/árbol)	(g/árbol)
10 – 20	24,58	536,72	120,04
20 – 30	25,98	255,35	90,09
30 – 40	23,90	263,90	101,70
40 – 50	28,60	28,60	96,14
50 – 60	37,30	37,30	90,17
60 – 70	82,90	82,90	82,90
> 70			
Media Total			<b>96,11</b>

En la Figura N° 32 son representados los valores de la producción promedio de goma, por clase diamétrica; según esta figura, existe una pequeña tendencia, a disminuir el rendimiento según aumentan las clases diamétricas, pero esto se debe básicamente a que las últimas tres clases diamétricas (40-50, 50-60 y 60-70) están representadas por solo un árbol por clase, lo que podría significar que estos valores no necesariamente representan la producción de estas clases diamétricas. Al igual que en el caso anterior, los árboles con menor clase diamétrica se ubicaron en la zona del Santuario Histórico Bosque de Pómac, donde la napa freática es menos profunda que en el distrito de Olmos, siendo la disponibilidad de agua de la zona una variable fundamental para la producción de goma.



**Figura 32** Producción promedio de goma de sapote (*Capparis scabrida*) según clases diamétricas obtenida mediante el Método 4: Recolección

#### E) ANALISIS ESTADISTICO

Para la evaluación estadística se realizaron dos pruebas: Prueba de ANVA, para evaluar la influencia de las variables zona de estudio (sub-bloque SB) y método de extracción de goma (M) sobre los valores de la producción de goma por cada árbol. Asimismo, también se efectuó la prueba de *Tukey* para comparación de medias obtenidas de cada zona de estudio y de cada

método de extracción. En el Cuadro N° 19 se encuentran los resultados del análisis de variancia.

**Cuadro 19** Análisis de variancia de los resultados obtenidos para el rendimiento de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) según sub-bloque de estudio

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>SIGNIFICANCIA<sup>8</sup></b>
SB	3	676,2613	0,0001	**
M	3	1514,3032	0,0001	**
SB*M	9	90,0603	0.0001	**
Error experimental	228	55,5035		
Total	263			
<b>CV (%)</b>	<b>194,9854</b>			

Según el Cuadro N° 19, los resultados muestran que existe una alta variabilidad de los valores de rendimiento obtenidos; esta variabilidad se debe a la influencia altamente significativa de la zona de estudio y de los métodos de extracción de goma aplicados, así como de su interacción. Las diferentes zonas de estudio (sub-bloques) corresponden a diferentes lugares donde se extrajo la goma de sapote, en la región Lambayeque.

Cada zona tiene sus propias características climáticas, edáficas e hídricas, que pueden haber influenciado en la producción de goma. Asimismo, en el caso de los métodos, la extracción de goma es una respuesta al efecto aplicado sobre el tronco; aparentemente, por los resultados del presente estudio, los métodos denominados ventana, agujeros, corte y recolección generan una respuesta diferente en el árbol y por consiguiente una producción variada de goma.

En el Cuadro N° 20 se presentan los resultados de la prueba *Tukey* referidas a la comparación de medias de producción de goma entre las diferentes zonas de estudio (sub-bloques).

<sup>8</sup> Establece si las diferencias son: \*\* (altamente significativas), \* (significativas) ó Ns (No significativas).

**Cuadro 20** Prueba de *Tukey* de los resultados de rendimiento de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) obtenidos según sub-bloque de estudio

<b>SUB-BLOQUE</b>	<b>MEDIA</b>	<b>VALOR<sup>9</sup></b>
A) Las Salinas	55,402	A
B) Pómac III	59,424	A
C) San Cristóbal chico	33,082	C
D) Pasaje Norte	43,32	B

Tal como se observa en el Cuadro N° 20, los valores de producción de goma son similares en los sub-bloques A y B, que corresponden al mismo bloque de estudio, Santuario Histórico Bosque de Pómac. En el caso de los sub-bloques C y D, los valores de producción difieren, aún siendo ambos del mismo bloque de estudio, distrito de Olmos. Asimismo, se observa que hay diferencia entre los resultados obtenidos entre los dos primeros sub-bloques (Bosque de Pómac) con los dos últimos (Olmos). La diferencia entre estos resultados se debería a la napa freática, tal como ya se mencionó en el punto 4.1.1; asimismo, también podrían haber sido considerados otros factores tales como la temperatura media, la nubosidad, la radiación y las horas de sol, aunque por lo general estas características no difieren mucho entre las zonas estudiadas.

En el Cuadro N° 21 se observan los resultados de la prueba de *Tukey*, para comparación de medias de producción de goma entre tres métodos de extracción. Se observa en este cuadro que los valores de los métodos 1 (ventanas) y 2 (agujeros) son similares entre ellos; sin embargo al comparar con el tercer método (cortes), se encontró una diferencia significativa, asimismo sucede con el método 4 (recolección), que difiere bastante de los 3 métodos anteriores.

De los 4 métodos evaluados, el método de recolección, en el cual no se practicó ninguna incisión, fue el que obtuvo los mejores resultados; esto se podría deber quizás a que la mayoría de las heridas, por las cuales exudó goma el árbol, fueron hechas por pájaros carpinteros. Quizás estas aves, como muchas otras, suelen producir enzimas que las ayuda a digerir la celulosa o insectos con más facilidad y quizás esta enzima pueda tener un efecto en el árbol, haciendo que este produzca una mayor cantidad de goma o en todo caso que el árbol no

<sup>9</sup> Si las letras son iguales, expresa que no existe variación significativa en los datos obtenidos

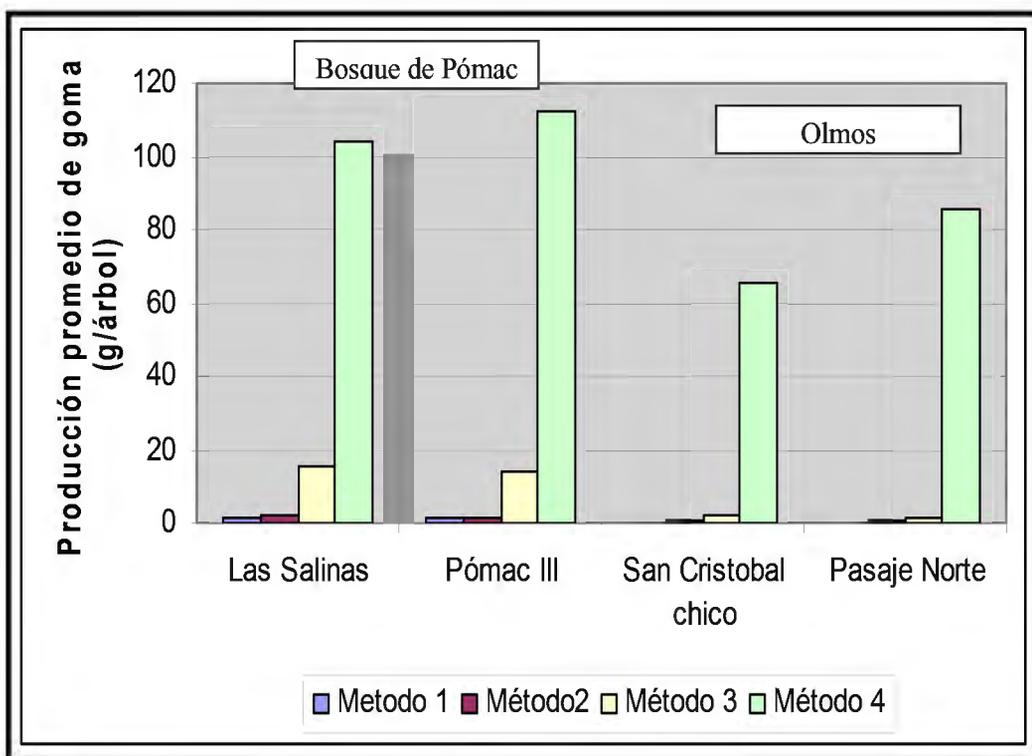
cicatrice con tanta facilidad, permitiendo así la producción continua de goma. Al mismo tiempo estos resultados podrían indicar que los métodos anteriores no fueron los más adecuados o bien que estos necesitaron de ciertos estimulantes que permitan la óptima producción de goma.

Dentro de los métodos en los que se práctico incisiones (ventanas, agujeros y cortes), los mayores valores de producción de goma se obtuvieron en el método de cortes, el cual resulta ser uno de los métodos utilizados tradicionalmente por las personas que habitan en las zonas de estudio. Estos resultados podrían deberse al tipo de respuesta de la planta: cuando se efectuaba el corte, con machete, se hacia una incisión de 1 cm de ancho, sin separar la corteza, ni dejando superficie expuesta de madera, como en los otros dos casos. Aparentemente, bajo estas condiciones, la planta exudaba una mayor cantidad de savia con el fin de ayudar a la cicatrización de la herida en la zona de corte; por definición, la savia es una sustancia que contiene nutrientes cuya composición sirve de sustrato que favorece la formación de los polisacáridos que se encuentran en las gomas. Tal como menciona Losano et al (2000), las gomas actúan como agentes cicatrizantes de las plantas, durante la exudación.

**Cuadro 21** Prueba de *Tukey* de los resultados de rendimiento obtenidos según el método de extracción.

<b>MÉTODO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>VALOR</b>
Método 1: Ventanas	0,74	C
Método 2: Agujeros	1,35	C
Método 3: Cortes	8,15	B
Método 4: Recolección	96,11	A

En la Figura N° 33 están representados los valores de producción de gomas, en cada sub-bloque, según el método de extracción.



**Figura 33** Producción promedio de goma de sapote (*Capparis scabrida*) en cada sub-bloque de estudio según método de extracción

#### 4.1.2 COLOR

El color se determinó en 3 momentos distintos y para cada uno de los 4 sub-bloques de estudio. Primero al momento de la extracción de la goma, cuando esta se encuentra aun con impurezas; luego al momento de ser molida con el tamiz N° 20, cuando ya está limpia y poseía un aspecto de pequeños cristales, de aspecto similar a la gelatina; y finalmente al momento de molerla, empleando el tamiz N° 60, hasta tener la apariencia de polvo, similar al de la harina.

El Cuadro N° 22 muestra la codificación según la Tabla Munsell y la gama de colores que presentó la goma al momento de la recolección en cada uno de los sub-bloques evaluados.

**Cuadro 22** Códigos de Tabla Munsell y gama de colores determinados para las gomas de sapote (*Capparis scabrida*) al momento de la recolección según sub-bloques de estudio.

<b>SUB-BLOQUES</b>							
<b>Las Salinas</b>		<b>Pómac III</b>		<b>San Cristóbal chico</b>		<b>Pasaje Norte</b>	
<b>Color</b>	<b>Código</b>	<b>Color</b>	<b>Código</b>	<b>Color</b>	<b>Código</b>	<b>Color</b>	<b>Código</b>
	2,5 YR-3-6		2,5 YR-3-6		2,5 YR-3-6		2,5 YR-3-6
	2,5 YR-4-4		2,5 YR-4-4		2,5 YR-4-4		2,5 YR-4-4
	2,5 YR-4-6		2,5 YR-4-6		2,5 YR-4-6		2,5 YR-4-6
	5 YR-4-8		5 YR-4-6		5 YR-4-6		5 YR-4-6
	10 R-3-4		5 YR-4-8		10 R-3-4		5 YR-4-8
	10 R-3-6		10 R-3-4		10 R-3-6		10 R-3-4
			10 R-3-6		10 R-4-6		10 R-3-6
			10 R-4-6				10 R-4-6

La primera determinación de color se realizó utilizando la Tabla Munsell, y como se muestra en el Cuadro N° 22. La goma en estas condiciones presentaba por lo general coloraciones que iban desde tonos marrones (YR-) a rojo oscuro (R-) cuando estaban frescas; sin embargo, los colores pueden cambiar a tonos naranja o amarillo, sobre todo cuando cristalizan o tienen largo tiempo de permanencia en el árbol. La evaluación del color, en esta primera determinación, se

hizo cuando la goma estaba fresca y los códigos<sup>10</sup> representan un color específico dentro de la Tabla Munsell; un ejemplo de goma de sapote es presentada en la Figura N° 34.



**Figura 34** Foto de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) recién extraída del sub-bloque Las Salinas al momento de ser clasificada por color

Se observa que en las cuatro zonas estudiadas (sub-bloques), se encontraron colores similares, aunque el color predominante fue el del código 2,5 YR, que corresponde a un color marrón rojizo. Los resultados de color, al ser similares en los cuatro sub-bloques, indicaría que no hay influencia de la zona de recolección, en el color de la goma, sino más bien, como se puede suponer, por el tiempo de haber sido exudada.

El color de la goma de sapote recolectada podría deberse a la presencia de betacarotenos (punto 4.2.8). Lo antes expuesto se menciona con el fin de aclarar que el color de los tres azúcares componentes de la goma es el blanco (PANREAC, 2001), por lo que estos no influirían en el color de la goma obtenida en el presente estudio.

<sup>10</sup> Las hojas de colores de la Tabla Munsell que se utilizaron para la clasificación se color se encuentran en el Anexo 10

Luego de ser clasificada por color al momento de su recolección, la goma fue limpiada y molida hasta ser convertida en harina, mediante un tamiz N° 60. El color de la goma en polvo obtenida ya no fue clasificado según la Tabla Munsell debido a que la goma molida adquiere colores bastante claros que ya no son encontrados en dicha tabla.

Inicialmente la goma fue molida con un tamiz N° 20 adquiriendo la forma de pequeños cristales de color beige a naranja claro, como se observa en la Figura N° 35, mientras que al ser completamente pulverizada con el tamiz N° 60 presentaba un color crema claro translúcido como se puede apreciar en la Figura N° 36.



**Figura 35** Foto de la goma molida con el tamiz N° 20



**Figura 36** Foto de la goma molida con el tamiz N° 60

La goma en polvo, finalmente obtenida, posee un color similar a las gomas comercializadas actualmente. El hecho de tener un color claro es una propiedad favorable, ya que esto implicaría que al ser utilizada en industrias como la de alimentos, no se necesitaría un proceso de blanqueamiento para poder ser utilizada sin alterar el color del alimento, abaratando así los costos de producción.

Como se puede apreciar en estos resultados, la goma obtenida, antes oscura (marrón rojizo), se vuelve crema claro traslúcido al ser molida, básicamente por efecto del paso de la luz a través de ella. En realidad, el cambio de color es aparente; al estar concentrada en un bloque, la luz es absorbida en una fracción de luz visible, generando la coloración en la goma de sapote (*Capparis scabrida*).

#### 4.1.3 HUMEDAD

Como ya se mencionó, la goma fue sometida a dos análisis de humedad. Tanto la humedad gravimétrica como la humedad azeotrópica fueron determinadas al mismo momento y bajo las mismas condiciones para poder luego comparar los resultados.

Los análisis se realizaron para los 4 sub-bloques de estudio. En el caso de la humedad gravimétrica, se determinó sometiendo las muestras a calor (80-100° C) en una estufa, por aproximadamente 24 horas. Mediante este método la humedad se determinó por diferencia de pesos.

Para la determinación de la humedad azeotrópica, se fue ensayando muestra por muestra durante dos días aproximadamente. El tiempo de duración por muestra para la determinación de la humedad azeotrópica fue aproximadamente de 1 hora. En este caso la humedad se determinó por diferencia de volúmenes.

En la Figura N° 37 se muestra la foto del análisis de humedad azeotrópica, realizado mediante un equipo de destilación acoplado a una trampa Dean-Stark.



**Figura 37** Equipo utilizado para la determinación de la humedad azeotrópica en la goma de sapote (*Capparis scabrida*)

Las diferencias obtenidas en cuanto a humedad, con estos dos distintos métodos, fueron bastante notorias como se muestra en el Cuadro N° 23.

**Cuadro 23** Resultados de los dos métodos de humedad ensayados con la goma de sapote (*Capparis scabrida*) en los 4 sub-bloques de estudio

SUB-BLOQUES	HUMEDAD AZEOTRÓPICA					HUMEDAD GRAVIMÉTRICA				
	Repeticiones					Repeticiones				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
A) Las Salinas	11,9%	12,6%	10,9%	11,6%	11,9%	17,1%	17,0%	17,3%	17,0%	17,0%
B) Pómac III	11,0%	10,9%	11,9%	10,9%	11,9%	17,1%	17,0%	16,9%	16,9%	16,8%
C) San Cristóbal chico	11,0%	11,4%	11,3%	11,6%	11,6%	17,2%	16,9%	16,9%	17,1%	16,9%
D) Pasaje Norte	11,4%	10,4%	11,4%	10,4%	11,2%	17,3%	17,4%	17,4%	17,4%	17,4%

En el Cuadro N° 24 se presenta el análisis de variancia de los resultados de humedad azeotrópica.

**Cuadro 24** Análisis de variancia para el análisis de humedad azeotrópica de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) en el presente estudio

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
SB	3	0,8463	0,3221	NS
Repeticiones	4	0,4098	0,6534	NS
Error experimental	12	0,6552		
Total	19			
<b>CV (%)</b>	<b>7,039315</b>			

El análisis estadístico de los resultados de humedad azeotrópica mediante la prueba del ANVA, demuestra que no existen diferencias significativas entre las distintas zonas estudiadas así como entre las repeticiones del análisis realizados.

En el Cuadro N° 25 se presentan los resultados de la prueba *Tukey*, de los valores de humedad azeotrópica. La prueba de *Tukey* confirma que los resultados obtenidos mediante el análisis del ANVA, de las gomas provenientes de los 4 sub-bloques de estudio poseen contenidos de humedad similares.

**Cuadro 25** Prueba de *Tukey* para el análisis de humedad azeotrópica de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) en el presente estudio

<b>SUB-BLOQUE</b>	<b>MEDIA</b>	<b>VALOR</b>
A) Las Salinas	11,8393	A
B) Pómac III	11,7993	A
C) San Cristóbal chico	11,3993	A
D) Pasaje Norte	10,9588	A

Para el caso de la humedad gravimétrica los resultados obtenidos mediante la prueba de ANVA, Cuadro N° 26, demuestran que existe una influencia altamente significativa de los sub-bloques sobre estos valores de humedad.

**Cuadro 26** Análisis de variancia para el análisis de humedad gravimétrica de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) en el presente estudio

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
SB	3	0,1666	0,0001	**
Repeticiones	4	0,0121	0,6534	NS
Error experimental	12	0,0071		
Total	19			
<b>CV (%)</b>	<b>0,493064</b>			

En el Cuadro N° 27 se puede observar que la diferencia se encuentra en el valor de humedad de la goma de la zona de Pasaje Norte, de un valor mayor al de la humedad encontrada en las gomas obtenidas del resto de las zonas. Esto se podría deber quizás a que las muestras para este caso se encontraban más frescas que en los otros casos, a pesar de que esta zona es la que cuenta con menos cantidad de agua, por la mayor profundidad de la napa freática.

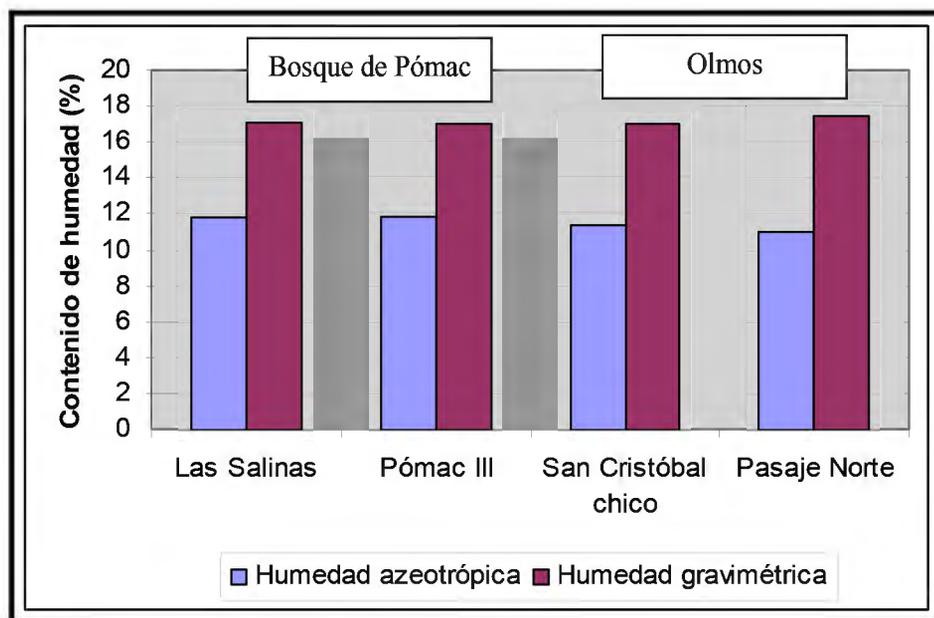
**Cuadro 27** Prueba de *Tukey* para el análisis de humedad gravimétrica de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) en el presente estudio

<b>SUB-BLOQUE</b>	<b>MEDIA</b>	<b>VALOR</b>
A) Las Salinas	17,09615	B
B) Pómac III	16,96933	B
C) San Cristóbal chico	17,01696	B
D) Pasaje Norte	17,37727	A

Los resultados de los ensayos de humedad azeotrópica muestran valores menores que los obtenidos con la determinación de la humedad gravimétrica. Esto se debe a que el método de la humedad azeotrópica se basa en la destilación del agua de la goma utilizando Tolueno; este solvente específicamente arrastra solo moléculas de agua, dando resultados más precisos de humedad que con el método de la humedad gravimétrica.

El método gravimétrico se basa en la pérdida de masa por desecación, pudiendo eliminarse a la vez agua y otras sustancias volátiles a la temperatura de desecación, lo que aumenta el

porcentaje de humedad de la muestra. La variación del contenido de humedad mediante ambos métodos se puede observar en la Figura N° 38.



**Figura 38** Variación del contenido de humedad azeotrópica y humedad gravimétrica obtenida para la goma de sapote (*Capparis scabrida*) según sub-bloques de estudio.

En los exámenes posteriores se tomaron como valores de humedad los obtenidos por medio de la prueba de humedad azeotrópica.

#### 4.1.4 SÓLIDOS TOTALES

Los sólidos totales son los residuos que quedan de algún material, luego de haberse sometido este a la evaporación y su consecutivo secado en la estufa a temperatura definida. En este caso, se determina restando el contenido de humedad obtenido en las gomas. El resultado, por lo tanto, se expresa en porcentaje. El Cuadro N° 28, muestra un porcentaje de sólidos totales bastante similar para cada una de las sub-zonas de estudio, los cuales se encuentran dentro de los rangos de porcentaje de sólidos totales de las gomas del mercado. La prueba de *Tukey* corrobora estos resultados (Cuadro N° 29).

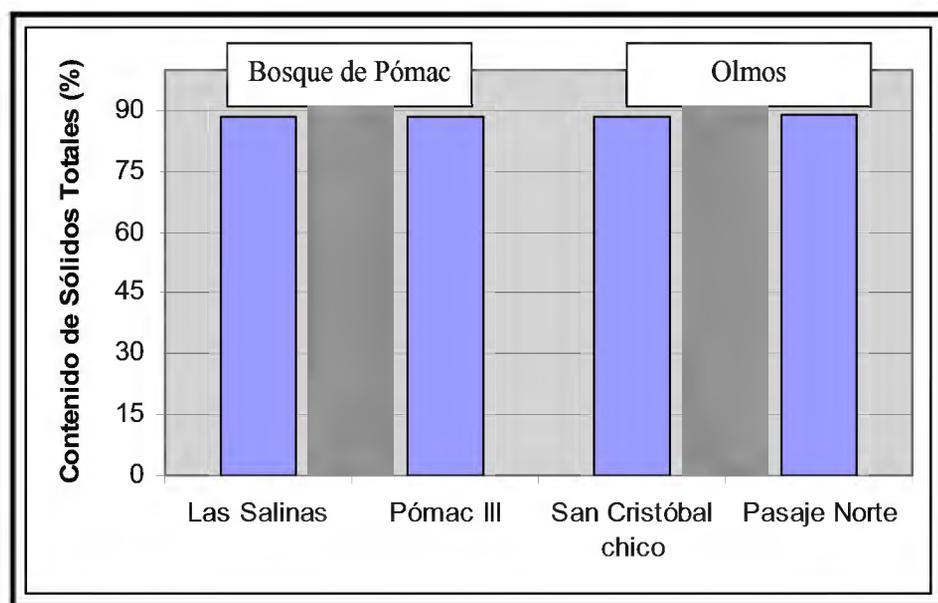
**Cuadro 28** Sólidos totales obtenidos para la goma de sapote (*Capparis scabrida*) en los 4 sub-bloques de estudio

<b>SUB-BLOQUE</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	<b>SÓLIDOS TOTALES (%)</b>
A) Las Salina	11,78	88,22
B) Pómac III	11,32	88,68
C) San Cristóbal chico	11,38	88,62
D) Pasaje Norte	10,96	89,04

**Cuadro 29** Prueba de *Tukey* de los sólidos totales obtenidos para la goma de sapote (*Capparis scabrida*) en el presente estudio

<b>SUB-BLOQUE</b>	<b>MEDIA</b>	<b>VALOR</b>
A) Las Salinas	88,22	A
B) Pómac III	88,68	A
C) San Cristóbal chico	88,62	A
D) Pasaje Norte	89,04	A

En la Figura N° 39 se puede observar la variación de los sólidos totales según la zona de estudio (sub-bloques).



**Figura 39** Variación de los sólidos totales presentes en la goma de sapote (*Capparis scabrida*) según sub-bloque de estudio

## 4.2 ANALISIS QUÍMICOS

### 4.2.1 CONSTITUCIÓN QUÍMICA DE LA GOMA: CARBOHIDRATOS

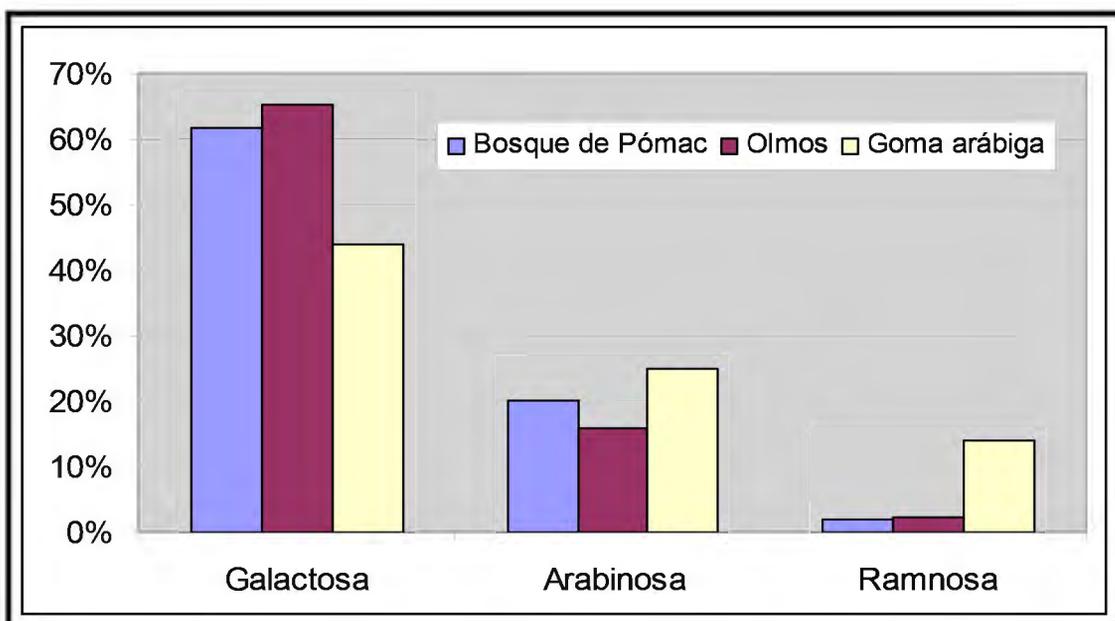
La constitución química de la goma se refiere principalmente a la composición de la cadena principal, es decir a los carbohidratos o azúcares presentes en la goma de sapote (*Capparis scabrida*). Este examen se determinó mediante un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrofotómetro de masas (ver Anexo 11); los resultados obtenidos son presentados en el Cuadro N° 30.

**Cuadro 30** Porcentaje de carbohidratos presentes en la goma de sapote (*Capparis scabrida*) según los bloques de estudio: Bosque de Pómac y Olmos.

COMPUESTOS	BOSQUE DE PÓMAC	OLMOS
	BLOQUE 1	BLOQUE 2
Galactosa	61,60%	65,30%
Arabinosa	19,90%	15,70%
Ramnosa	2,06%	2,10%
Carbohidratos totales	83,52%	83,17%

En la goma obtenida en las dos zonas de estudio (bloques) consideradas, Bosque de Pómac y Olmos, la constitución química es similar, es decir, que poseen los mismos componentes principales de carbohidratos; estos componentes se presentan en porcentajes similares. En el cuadro también se observa que el porcentaje de carbohidratos es un valor elevado, en promedio de 83,3%. Por lo antes mencionado se puede afirmar que la constitución química de las gomas obtenidas de sapote es la misma, corroborando la identificación de los árboles utilizados para la recolección; cabe mencionar que la composición química, cualitativa, de la goma debe responder a una característica genética de la planta.

Asimismo, por antecedentes bibliográficos, se determina que los compuestos identificados que caracterizan a la goma de sapote (galactosa, arabinosa y ramnosa), son los mismos que caracterizan a la goma arábica la cual es la más utilizada en la industria de alimentos especialmente, así como en otras industrias. El valor de carbohidratos totales es bastante similar al de la goma arábica así como al de otras gomas utilizadas en el mercado. (Anderson, 1993).



**Figura 40** Variación de compuestos químicos de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) por bloque de estudio y de la goma arábiga (*Acacia Senegal*)

En la Figura N° 40 son representados los valores de los carbohidratos obtenidos, para las dos zonas en estudio (bloques). Según lo observado, la galactosa es el compuesto que se encuentra en mayor proporción en esta goma, y cuyas propiedades podrían definir las propiedades de la goma de sapote. Asimismo se observa que la galactosa es también el compuesto que se encuentra presente en mayor proporción en la goma arábiga.

La galactosa es un carbohidrato muy importante, con muchos usos, en especial para alimentos; además de cumplir una función de aporte de energía celular, se sabe que mediante este compuesto se puede sintetizar lactosa, la cual cumple un papel fundamental en la absorción de calcio por el cuerpo humano, en especial durante la época de lactación (Rodríguez, 2007). Los otros carbohidratos presentes se encuentran en menores proporciones; la arabinosa y ramnosa son dos tipos de pentoaldosas, cuya función nutritiva no está claramente definida.

#### 4.2.2 SOLUBILIDAD

Para determinar la solubilidad de la goma de sapote (*Capparis scabrida*), se sometieron muestras de la goma a soluciones de etanol con agua en distintas concentraciones. En la Figura N° 41 se observa las muestras de goma con la mezcla etanol/agua, en plena etapa de agitación.



**Figura 41** Imagen de las soluciones de goma de sapote (*Capparis scabrida*) en el agitador

Estas soluciones, luego de la agitación fueron filtradas con papel filtro lento, se colocaron en un crisol previamente pesado y se sometieron a la temperatura de 100° C, en una estufa, hasta la evaporación del líquido, quedando como residuo la goma solubilizada; ver Figura N° 42. Este procedimiento se realizó para cada uno de los sub bloques de estudio y los resultados son presentados en el Cuadro N° 31.



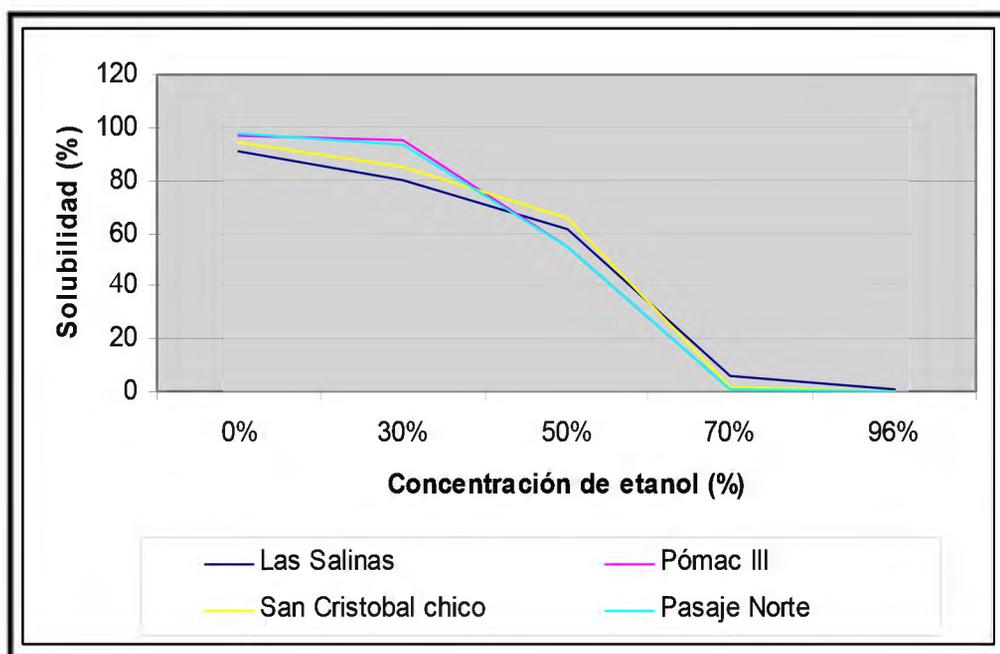
**Figura 42** Imagen del residuo de goma de sapote (*Capparis scabrida*) obtenido luego de la desecación

**Cuadro 31** Resultados obtenidos para el análisis de solubilidad de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) a distintas concentraciones de etanol en los 4 sub-bloques de estudio

<b>SUB-BLOQUE</b>	<b>SOLUCIÓN</b>	<b>HUMEDAD</b>	<b>SOLUBILIDAD</b>
A) Las Salinas	0 %	11,78 %	91,01 %
	30 %	11,78 %	79,80 %
	50 %	11,78 %	61,15 %
	70 %	11,78 %	5,894 %
	96 %	11,78 %	0,7594 %
B) Pómac III	0 %	11,32 %	96,39 %
	30 %	11,32 %	95,05 %
	50 %	11,32 %	54,73 %
	70 %	11,32 %	0,7667 %
	96 %	11,32 %	0,1014 %
C) San Cristóbal chico	0 %	11,38 %	93,93 %
	30 %	11,38 %	84,82 %
	50 %	11,38 %	65,48 %
	70 %	11,38 %	1,839 %
	96 %	11,38 %	0,2707 %
D) Pasaje Norte	0 %	10,96 %	97,59 %
	30 %	10,96 %	93,39 %
	50 %	10,96 %	54,52 %
	70 %	10,96 %	0,8872 %
	96 %	10,96 %	0,0337 %

Tal como se observa en el Cuadro N° 31, la goma de sapote es muy soluble en agua fría, llegando a solubilizarse hasta en un 97,6 %. También se puede notar que posee alta solubilidad en soluciones de etanol al 30 %, donde en el sub-bloque B, Pómac III, llegó a tener un porcentaje de solubilidad casi tan alto como con el agua.

La variación de la solubilidad de la goma de sapote a distintas concentraciones de etanol, se observa gráficamente en la Figura N° 43.



**Figura 43** Variación de la solubilidad de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) a distintas concentraciones de etanol según sub-bloque de estudio

La Figura N° 43 muestra que, a medida que iba aumentando el porcentaje de etanol, la solubilidad disminuye. A una concentración del 50 % de etanol la solubilidad bajaba en promedio hasta un 60 % mientras que a concentraciones de etanol de 70 % y 96 % la solubilidad era prácticamente nula.

También se pudo observar al momento de los ensayos, que la goma, al ser solubilizada con altas concentraciones de etanol (a partir del 50 %), formaba precipitados de color blanco.

**Cuadro 32** Análisis de variancia para los resultados de solubilidad de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) a distintas concentraciones de etanol

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Pr &gt; F</b>	<b>Significancia</b>
SB	1	54.403	0,6254	NS
C	1	0,203	<,0001	**
SB*C	1	0,303	<,0001	**
Error	8			
TOTAL	15			
CV (%)	0,3986			

El análisis de variancia demuestra que los resultados de solubilidad son similares entre los subbloques de estudio, es decir que no existe significancia entre ellos, por lo tanto no se podría afirmar que la zona, o en todo caso, la napa freática influya en las características de la goma en cuanto a solubilidad.

Los valores de solubilidad de la goma, en agua a 25° C, varía de 91 a 97 %; estos valores son relativamente elevados y superiores a los que presenta la goma de tara, 60 % (Basurto, 2001), pero similares a las otras gomas comerciales: goma arábica y goma guar, más del 90 % (Anderson, 1993). La solubilidad de la goma puede ser explicada por su composición química; el valor de solubilidad de la galactosa es 68 %, el de la arabinosa es 100 % y el de la ramnosa 30 % (PANREAC, 2001). Se puede deducir que la solubilidad de la goma podría corresponder a un valor ponderado de la solubilidad de cada uno de sus componentes.

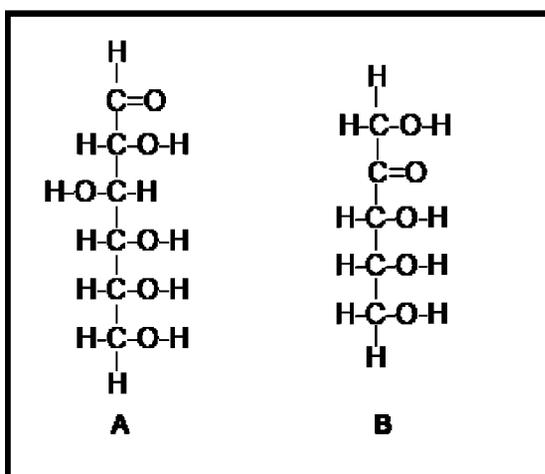
#### 4.2.3 ROTACIÓN ÓPTICA

La rotación óptica se determinó para las dos zonas de estudio (bloques); para el análisis se preparó una solución al 1 % y la evaluación se realizó con un polarímetro Carl Zeiss, a 23° C de temperatura y a una humedad relativa del 74 %.

Ambas muestras de goma sapote (*Capparis scabrida*), de las dos zonas de estudio, tuvieron como resultado el ser dextrógiras, con un grado de rotación de +1°, (Anexo 12). El hecho de ser un compuesto dextrógiro, indica que esta goma tiene la propiedad de hacer girar el plano de la

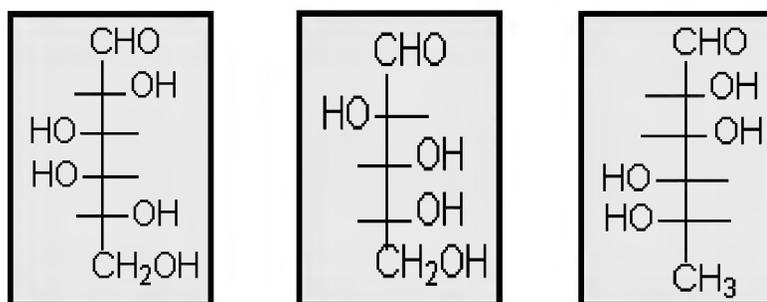
luz polarizada hacia la derecha (en contra posición a las sustancias levóginas) una desviación determinada, evaluada en grados, en este caso 1°.

Algunos estudios mencionan que las esencias pobres en oxígeno son más activas a la luz polarizada (Chacón, 2003); esta afirmación indicaría que la goma de sapote (*Capparis scabrida*) es rica en oxígeno, es decir que demostraría la presencia de sustancias oxigenadas, como los aldehídos, alcoholes o cetonas. Como se sabe, los monosacáridos se presentan como polihidroxialdehidos (aldosas), polihidroxicetonas (cetosas) o sus derivados. Un polihidroxialdehido es un compuesto orgánico que tiene una función aldehído (CHO) en el primer carbono y en los restantes carbonos una función alcohol (OH). Las polihidroxicetonas en lugar de una función aldehído tienen una función cetona, normalmente en el carbono 2. (Mendoza, 2007); ver Figura N° 44



**Figura 44** Estructura de la glucosa, una aldohexosa (A) y la ribulosa, una cetopentosa (B)

La presencia de galactosa, arabinosa y ramnosa como constituyentes químicos de esta goma quedó demostrada en el análisis de constitución química de la goma (4.2.1) y el análisis de la determinación del poder rotatorio, no hace más que constatar la presencia de estas aldosas dentro de la composición química de la goma.



**Figura 45** Estructura de la Galactosa (aldohexosa), Arabinosa (aldopentosa) y Ramnosa (aldopentosa) en cadena lineal

Por otro lado, el hecho de que un compuesto sea dextrógiro o levógiro, junto al grado de rotación, es importante como criterio de pureza, en especial en la industria alimentaria, farmacéutica, cosmética, plaguicida y pesticida. (Sánchez, *s.f*)

#### 4.2.4 VISCOSIDAD

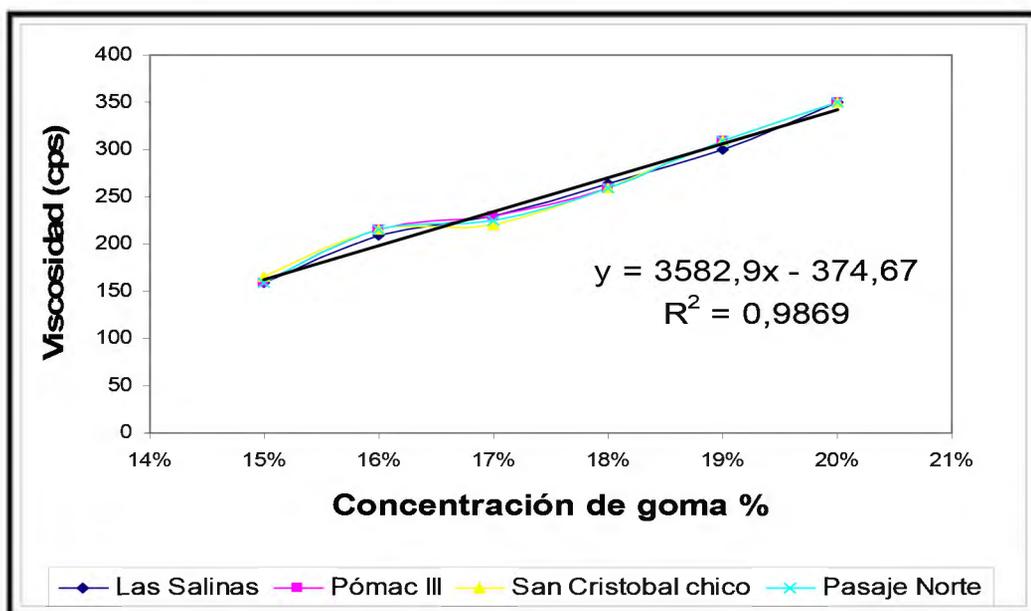
La viscosidad se determinó mediante un viscosímetro Brookfield RVF-220, con agujas (Spindle) 1 y 2 que se adaptaron para las lecturas obtenidas en el equipo; se probaron soluciones de goma a distintas concentraciones desde 1% de concentración hasta 20 %. Los valores más altos y confiables de viscosidad se dieron con soluciones de goma entre 15 y 20 % utilizando en todos los casos Spindle N°1 a 20 RPM; se tuvo en cuenta que para que los resultados sean confiables, las lecturas en el viscosímetro se ubicaron a la mitad de la escala del equipo. Los resultados de viscosidad (cps) se encuentran en el Cuadro N° 33.

**Cuadro 33** Valores de viscosidad (cps) con el viscosímetro Brookfield RVF-220 mediante el Spindle N°1 a 20 RPM, por sub-bloque de estudio

SUB-BLOQUE	CONCENTRACIONES					
	15 %	16 %	17 %	18 %	19 %	20 %
A) Las Salinas	160.0	210.0	230.0	264.0	300.0	350.0
B) Pómac III	160.0	215.0	230.0	260.0	310.0	350.0
C) San Cristóbal chico	165.0	215.0	220.0	260.0	310.0	350.0
D) Pasaje Norte	160.0	215.0	225.0	260.0	310.0	350.0

En el Cuadro N° 33, se observa, para los 4 sub bloques de estudio, que los valores de viscosidad, a diferentes concentraciones, son similares. Se observa que en soluciones de goma con agua al 15 %, para todas las zonas, la viscosidad varía de 160 a 165 cps. Al comparar estos resultados con valores de otras gomas, se encuentran diferencias marcadas. En el caso de la goma de Tara, evaluada al 1 % de concentración, la viscosidad varía entre 2000 a 5000 cps. Por otro lado, al comparar con la goma arábica, esta posee una viscosidad entre 150 a 230 cps, pero en soluciones de 30 a 50 %; la goma de sapote alcanza estos valores del rango de viscosidad, entre 15 a 17 % de concentración. En apariencia, existiría una ventaja comparativa de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) frente a la goma arábica, ya que para lograr espesar algún compuesto se requiere menos cantidad de goma de sapote a lo que se requeriría con goma arábica, con la consiguiente ventaja de abaratar los costos de producción. Cabe señalar que, según las bibliografías consultadas para las distintas gomas, por lo general, las gomas obtenidas como exudados de plantas poseen una viscosidad bastante baja comparada con las gomas obtenidas por otros medios.

La representación de la variación de la viscosidad de la goma de sapote en función de la concentración (%), por zonas de estudio (sub-bloques), se encuentra en la Figura N° 46.



**Figura 46** Variación de la viscosidad de la goma de sapote (*Capparis scabrida*), en función de la concentración según sub-bloque de estudio.

#### 4.2.5 DETERMINACIÓN DE pH

La determinación del pH se realizó por toma de lecturas directas con el pH-metro en soluciones al 3 % de concentración. Para cada Sub Bloque de estudio se realizaron 5 repeticiones. Los resultados son los siguientes:

**Cuadro 34** Valores de pH de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) para muestras de cada uno de los sub-bloques de estudio.

	<b>SUB-BLOQUE 1</b>	<b>SUB-BLOQUE 2</b>	<b>SUB-BLOQUE 3</b>	<b>SUB-BLOQUE 4</b>
<b>Repeticiones</b>	Las Salinas	Pómac III	San Cristóbal chico	Pasaje Norte
1	4,42	4,47	4,42	4,52
2	4,42	4,46	4,41	4,51
3	4,45	4,51	4,48	4,50
4	4,45	4,45	4,50	4,48
5	4,42	4,48	4,48	4,51

Los valores de pH obtenidos se muestran ácidos, muy diferentes a lo que podría esperarse en las gomas naturales; sin embargo, estos valores están dentro de los rangos de pH que muestran las gomas comercialmente usadas; muchas de ellas poseen valores de pH entre los 5 y 6 y existen algunas gomas que llegan a tener valores de 3 (Dziezak, 1991). Los valores bajos de pH de esta goma son similares a los de la goma arábica.

Los valores bajos de pH se pueden deber principalmente a la fermentación de los carbohidratos. La fermentación es el proceso metabólico mediante el cual, los carbohidratos se transforman en alcoholes o ácidos orgánicos, debido a una oxidación parcial de estos (Sasson, 1984). Para el presente estudio, la goma estuvo expuesta al oxígeno del medio, desde el momento de la exudación hasta su posterior recolección, tiempo en el cual, pudo oxidarse, disminuyendo quizás sus valores de pH.

Se efectuó el análisis estadístico de los resultados de pH, los que son mostrados en los Cuadros N° 36 (ANVA) y N° 37 (prueba de *Tukey*).

**Cuadro 35** Análisis de variancia para el pH de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) en el presente estudio

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
SB	3	0.00454000	0.0052	*
Repeticiones	4	0.00074250	0.3729	NS
Error experimental	12	0.00063583		
Total	19			
<b>CV (%)</b>	<b>0.564489</b>			

**Cuadro 36** Prueba de *Tukey* para el pH de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) en el presente estudio

<b>SUB-BLOQUE</b>	<b>MEDIA</b>	<b>VALOR</b>
A) Las Salinas	4,43200	B
B) Pómac III	4,47400	AB
C) San Cristóbal chico	4,45800	AB
D) Pasaje Norte	4,50400	A

Según en ANVA y la prueba de *Tukey*, existe una significancia entre los sub bloques de estudio; si bien la diferencia, en apariencia, no es importante, se observa que en Las Salinas la goma tiene una ligera menor acidez que en el caso de Pasaje Norte.

La importancia del control del pH en la impresión litográfica es innegable para el funcionamiento de la plancha. Es importante controlar el pH (4.0 – 5.0) y la conductividad durante toda la tirada de la prensa. Todo cambio en el nivel de pH puede provocar arrancamiento, sensibilidad de la capa anodizada<sup>11</sup>, el secado de la tinta y problemas de suciedad. (Appleton Coated Paper Company, 2005)

<sup>11</sup> La superficie de la plancha se anodiza con una capa de óxido de aluminio. Esta capa ayuda a proteger la plancha contra la corrosión.

#### 4.2.6 CENIZAS

La determinación de las cenizas se efectuó calcinando la muestra de goma hasta obtener una coloración blanca de las cenizas, tal como se observa en la siguiente Figura N° 47.



**Figura 47** Cenizas obtenidas de la goma de sapote (*Capparis scabrida*)

Para la determinación de las cenizas se realizaron 4 repeticiones por sub-bloque de estudio como se indica en el Cuadro N° 37:

**Cuadro 37** Porcentajes de cenizas presentes en la goma de sapote (*Capparis scabrida*) según sub-bloques de estudio

	<b>SUB-BLOQUE 1</b>	<b>SUB-BLOQUE 2</b>	<b>SUB-BLOQUE 3</b>	<b>SUB-BLOQUE 4</b>
<b>Repeticiones</b>	Las Salinas	Pómac III	San Cristóbal chico	Pasaje Norte
1	3,053 %	3,095 %	3,625 %	3,269 %
2	3,055 %	2,489 %	3,665 %	2,989 %
3	3,184 %	3,103 %	3,800 %	3,239 %
4	2,918 %	3,198 %	3,599 %	3,309 %

Según los resultados obtenidos, la goma de sapote (*Capparis scabrida*) posee un valor promedio de 3,2 % de cenizas, que es un valor mayor, al compararlo con otras gomas como la goma de tara (0,53-2 %) y goma guar (0,7 %), pero similar al de la goma arábica (3 %).

Los valores de cenizas demuestran la presencia de una cantidad de sales o minerales presentes; los valores de cenizas en las gomas dependen, en apariencia, de la especie y de condiciones externas, principalmente características edáficas. De otro lado, la presencia de diferentes componentes minerales y/o sales en las cenizas podría representar, en algunos casos, ciertas ventajas comparativas durante el uso de las gomas.

Se efectuó el análisis estadístico de los resultados de cenizas; estos se muestran en el Cuadro N° 38 (ANVA) y el Cuadro N° 39 (prueba de *Tukey*).

**Cuadro 38** Análisis de variancia para las cenizas de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) en el presente estudio

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
SB	3	0.40402902	0.0009	*
Repeticiones	3	0.05791283	0.1749	NS
Error experimental	9	0.02800372		
Total	15			
<b>CV (%)</b>	<b>5.196186</b>			

**Cuadro 39** Prueba de *Tukey* de las cenizas de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) en el presente estudio

<b>SUB-BLOQUE</b>	<b>MEDIA</b>	<b>VALOR</b>
A) Las Salinas	3,0524	B
B) Pómac III	2,9551	B
C) San Cristóbal chico	3,6722	A
D) Pasaje Norte	3,2023	B

Según el análisis estadístico ANVA, existe una influencia significativa de los valores de cenizas obtenidos entre las zonas (sub-bloques). Según la prueba de *Tukey*, esta diferencia se presenta en el caserío de San Cristóbal chico donde el porcentaje de cenizas es mayor que en las demás zonas. Esta diferencia podría explicarse, en parte, por las diferentes calidades de suelo en las diferentes zonas de estudio (sub-bloques). El suelo de San Cristóbal chico es de textura arenosa, con salinidad de media a alta, aunque esta descripción es similar para los otros sub-bloques.

#### 4.2.7 DETERMINACIÓN DE CATIONES

Por el método aplicado (ETSIIT, 1989), se determinó cualitativamente la presencia de sales de calcio y de magnesio en los 4 sub-bloques de estudio. Estos dos compuestos, junto al potasio, son las sales que suelen encontrarse en la mayoría de las gomas. (Anderson, 1993)

Los minerales o sales cumplen en el organismo funciones plásticas y reguladoras, dependiendo de la naturaleza de ellos. El calcio tiene como primera función la coagulación sanguínea y luego la osificación de los huesos y dientes, el 98 % de los huesos está formado por el calcio bajo la forma de compuestos insolubles. El magnesio se moviliza unido a las proteínas en la sangre, su función más importante es la de activar las enzimas. (Laboratorios Roche, s.f)

#### 4.2.8 VITAMINAS

Mediante dos distintos análisis se determinó, cualitativamente, en los 4 sub-bloques, la presencia de dos vitaminas:

##### A) VITAMINA A (RETINOL)

Mediante un espectrofotómetro-UV se constató la presencia de esta vitamina en la goma de sapote (*Capparis scabrida*); con esto se confirmaría también la presencia de betacarotenos, lo cual podría explicar el color rojizo de la goma. La vitamina A se considera importante al cumplir ciertas funciones como mejorar la síntesis de proteínas, prevenir la anemia, ayudar a controlar el nivel de estrógenos. etc. (Aristizábal et al, s.f)

##### B) VITAMINA C (ÁCIDO ASCÓRBICO)

Mediante un análisis cualitativo se constató la presencia de vitamina C en la goma de sapote (*Capparis scabrida*). Esta vitamina es un antioxidante, cuyo consumo favorece la protección del organismo contra sustancias que podrían producir enfermedades degenerativas. Asimismo, favorece la absorción de hierro, participa en el metabolismo del calcio, ayuda a la cicatrización y favorece la disminución del colesterol en la sangre. (Aristizábal et al, s.f)

#### 4.2.9 EXTRACTO ETÉREO

El análisis para determinar el porcentaje de extracto etéreo en la goma de sapote se realizó en los 4 sub-bloques de estudio. En el Cuadro N° 40 se presentan los valores de extractivos obtenidos con el presente método.

**Cuadro 40** Porcentaje de extractivos presentes en la goma de sapote (*Capparis scabrida*) en los sub-bloques de estudio

<b>SUB-BLOQUE</b>	<b>PESO MUESTRA (g)</b>	<b>PESO EXTRACTIVOS (g)</b>	<b>EXTRACTIVOS (%)</b>
A) Las Salinas	5,0003	0,0034	0,0679
B) Pómac III	5,0004	0,0022	0,0439
C) San Cristóbal chico	5,0000	0,0023	0,0467
D) Pasaje Norte	5,0001	0,0018	0,0368

El Cuadro N° 41 presenta los resultados del análisis estadístico ANVA. De estos resultados se observa que la goma de sapote (*Capparis scabrida*), presenta un valor muy bajo de extractivos, de 0,04 a 0,07 %, al igual que la mayoría de otras gomas comerciales. Según este análisis, no existe una diferencia significativa entre los resultados obtenidos según los sub-bloques de estudio.

**Cuadro 41** Análisis de variancia para el extracto etéreo de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) en el presente estudio

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
SB	3	0.00014955	0.0611	NS
Repeticiones	2	0.00002504	0.5247	NS
Error experimental	6	0.00003479		
Total	11			
<b>CV (%)</b>	<b>11.48235</b>			

#### 4.2.10 FIBRA CRUDA

Para la obtención de la fibra se hizo digerir una muestra de goma de sapote (*Capparis scabrida*) con  $H_2SO_4$  por 30 minutos y luego con NaOH por 30 minutos adicionales tal como se muestra en la Figura N° 48.



**Figura 48** Foto de la goma de sapote al momento de ser digerida con ácido sulfúrico

Los resultados obtenidos para este análisis en función a los sub-bloques de estudio son presentados en el Cuadro N° 42.

**Cuadro 42** Porcentaje de fibra bruta presente en cada una de las muestras de goma de sapote (*Capparis scabrida*) según sub-bloque de estudio

<b><i>SUB-BLOQUE</i></b>	<b><i>PESO MUESTRA</i></b> (g)	<b><i>PESO FIBRA</i></b> (g)	<b><i>FIBRA CRUDA</i></b> (%)
A) Las Salinas	3,0000	0,0042	0,1400
B) Pómac III	3,0000	0,0027	0,0900
C) San Cristóbal chico	2,9457	0,0034	0,1154
D) Pasaje Norte	3,0004	0,0029	0,0967

El porcentaje de fibra cruda presente en la goma es bastante bajo, siendo el valor máximo de 0,14 %. Este porcentaje refleja la cantidad o el residuo de goma insoluble en un tratamiento sucesivo de ácido y álcali; este residuo suele referirse generalmente a la cantidad de celulosa, hemicelulosa y/o lignina presentes en la muestra. (Rojas, 1973)

#### 4.2.11 PROTEÍNAS

La cantidad de proteínas presente en cada muestra de goma se determinó en función a la cantidad de nitrógeno encontrado en ella; el análisis se realizó por el método *Kjeldahl*. Los resultados obtenidos son presentados en el Cuadro N° 43.

**Cuadro 43** Contenido de proteínas obtenido en la goma de sapote (*Capparis scabrida*) por sub-bloque de estudio

<b>SUB-BLOQUE</b>	<b>NITRÓGENO (%)</b>	<b>PROTEÍNAS (%)</b>
A) Las Salinas	1,5008	9,38
B) Pómac III	1,4528	9,08
C) San Cristóbal chico	1,5120	9,45
D) Pasaje Norte	1,4640	9,15

El porcentaje de proteínas presente en las gomas de sapote (*Capparis scabrida*) es en promedio 9,26 %. Este porcentaje es mayor al de las gomas de tara y goma guar (Basurto, 2001a) pero está dentro del rango de porcentajes de proteínas encontradas para la goma arábiga y goma tragacanto, de las cuales se sabe que incluso pueden alcanzar valores de hasta 15 % de proteínas. (Calvo, 2007)

Este mayor porcentaje de proteínas presentado al parecer en las gomas obtenidas por exudación, puede deberse a que estas gomas son obtenidas por efecto de incisiones realizadas a los árboles, los cuales, para protegerse o cicatrizar o como resultado de estrés al cual son sometidos, aumentan su actividad fisiológica, secretando diversas sustancias, entre ellas las enzimas. Estos compuestos, que son proteínas, cumplirían una función en el proceso fisiológico de la cicatrización de la planta; lo antes expuesto, sería quizás un motivo por el cual tanto la goma de sapote como la goma arábiga posean valores altos de proteínas.

El porcentaje de proteínas es importante en la industria porque favorece en las propiedades emulsionantes de la goma. Una emulsión se forma cuando un líquido sostiene a otro en suspensión, es decir, es la dispersión de una sustancia inmiscible en otra.

Una de las industrias que depende directamente del poder emulsionante de las gomas es la industria de los helados. El efecto principal de los emulsionantes en el helado es su capacidad para desestabilizar la membrana de los glóbulos de grasa. Esa desestabilización, originada por la ruptura de las membranas de los glóbulos de grasa durante la congelación y la incorporación de aire conduce a la liberación parcial de la grasa que contienen. Durante este proceso, dicha grasa líquida una vez expulsada de los glóbulos de grasa, agrupa glóbulos desgarrados y no desgarrados conjuntamente, con lo que se forman aglomerados. El emulsionante además controla el proceso de batido y, por lo tanto, es decisivo para la incorporación de aire en el helado. Estos factores son de máxima importancia en la extrusión<sup>12</sup> obteniéndose una consistencia suave y fina. (Basurto, 2001b).

Otra de las industrias que se beneficia con esta característica, es la industria litográfica, en este caso, la tinta, con la goma, regula la adhesividad efectiva de la hoja en la prensa, evitando el arrancamiento de fibras (Appleton Coated Paper Company, 2005)

#### 4.2.12 COMPATIBILIDAD

La goma de sapote (*Capparis scabrida*) es un polímero no iónico compatible con la mayoría de otros hidrocoloides vegetales como la goma de tara, goma arábica, goma guar, goma tragacanto, etc. Todas sus características, tanto químicas como físicas, están dentro de los rangos presentes en estas gomas. El Cuadro N° 44 muestra las características organolépticas de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) comparadas con las de la goma de semilla de tara (*Caesalpinia spinosa*), goma arábica (*Acacia senegal*) y goma guar (de semillas de *Cyamopsis tetragonolobus*).

---

<sup>12</sup> Acción de dar forma o moldear una masa haciéndola salir por una abertura especialmente dispuesta. Como proceso industrial, la **extrusión** consiste en la utilización de un flujo continuo de materias primas para la obtención de productos, generalmente metalúrgicos, plásticos y alimenticios

**Cuadro 44** Comparación de las características organolépticas de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) con otras gomas importantes en la industria.

<b>PROPIEDADES</b>	<b>GOMA DE SAPOTE</b>	<b>GOMA DE TARA</b>	<b>GOMA ARABIGA</b>	<b>GOMA GUAR</b>
<b>Apariencia</b>				
• Color	Al ser extraída posee un color marrón rojizo  La goma en polvo es de color crema claro o blanco amarillento	Al estar en la semilla su color es blanco.  En polvo el color es blanco a blanco amarillento	Al ser extraída su color es café ámbar  En polvo se presenta de color blanco ligeramente amarillento	Polvo blanco ligeramente amarillento
• Olor	Es inodora al estar en polvo  En estado fresco posee un ligero olor a azúcar	No posee olor	Esta goma es inodora al estar en polvo, fresca presenta un olor característico	No posee olor
• Sabor	No posee sabor	No posee sabor	No posee sabor	No posee sabor

Fuente: Basurto, 2001a

Observando este cuadro se puede afirmar que la goma de sapote (*Capparis scabrida*) posee características similares a otras gomas actualmente utilizadas por distintas industrias. Así tenemos que el color de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) al momento de ser extraída posee un color similar al de la goma arábica. Para el caso de la goma de tara y la goma guar, no se puede comparar este dato, ya que estas gomas son obtenidas a partir de semillas y no por exudación.

En color de la goma en polvo, por otro lado, es similar al resto de las gomas; asimismo no posee sabor y el olor es casi nulo al estar en polvo.

El Cuadro N° 45 muestra las características físico-químicas de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) comparadas con las de la goma de semilla de tara (*Caesalpinia spinosa*), goma arábica (*Acacia senegal*) y goma guar (de semillas de *Cyamopsis tetragonolobus*).

**Cuadro 45** Comparación de las características físico-químicas de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) con otras gomas importantes en la industria. (\*)

<b>PROPIEDADES</b>	<b>GOMA DE SAPOTE</b>	<b>GOMA DE TARA</b>	<b>GOMA ARABIGA</b>	<b>GOMA GUAR</b>
<b>Humedad</b>	11-12%	8-13,76%	8-10%	12%
<b>Sólidos totales</b>	88-90%	86-92%	90-92%	88%
<b>Solubilidad</b>				
• En agua	En agua fría su solubilidad es de 91-98% En agua caliente (80°C) la solubilidad es total	En agua fría su solubilidad solo alcanza el 60% Su solubilidad es total en agua caliente, a 98°C	Logra solubilizarse en agua fría en mas del 90% En agua caliente su solubilidad es de 100%	En agua fría su solubilidad es mayor al 90% En agua caliente su solubilidad es total
• En solventes orgánicos	Logra baja solubilidad en soluciones menores al 50%, sobre este valor, la solubilidad es casi nula	Es insoluble en solventes orgánicos, pudiendo presentar precipitación de color blanco	Es insoluble en solventes orgánicos	Es insoluble en solventes orgánicos
<b>Constitución química</b>	Formada por unidades de D-galactosa, arabinosa, ramnosa y ácido urónico	Presenta unidades de D-manosa, D-galactosa	Cadena principal de unidades de D-galactosa, L-arabinosa, L-ramnosa y ácido glucurónico	Está formada principalmente por galactosa y manosa
<b>Rotación óptica</b>	Dextrógira		Levógira	
<b>Viscosidad</b> (a 25°C; 20 RPM)	En soluciones al 17% la viscosidad es de 230 cps	En soluciones al 1% sus valores son de 2000 a 5000 cps	Al 30% de concentración su viscosidad máxima es de 230 cps	En soluciones al 1% posee valores de 2000-5000 cps
<b>pH</b>	4,41-4,52	5-7	4,5-5,5	5,4-6,4
<b>Cenizas</b>	2,5-3,8%	0,53-2%	3%	0,7%
<b>Sales</b>	Presenta sales de calcio y magnesio	Presenta sales de calcio y magnesio	Presenta sales de calcio, magnesio y potasio	Presenta sales de calcio, magnesio y potasio
<b>Extracto etéreo</b>	0,04-0,07%	0,48%	0,07%	0,7%
<b>Fibra cruda</b>	0,09-0,14%	0,86-4%	0,1%	2%
<b>Proteínas</b>	9,3%	Posee en promedio 5,1% de proteínas 9%	5-10% Se dice que ha llegado a tener hasta 15% de proteínas	5-6%
<b>Carbohidratos</b>	83,17-83,52%	81,87%	>80%	80%

(\*) Información resumen obtenida de varios autores: (Anderson, 1993); (Basurto, 2001a); (QUIMINET, 2007); (Calvo, 2007); (Pasquel, 2001); Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (1981)

En el caso del contenido de humedad se sabe que el rango de humedad de las gomas está entre 8 y 13 %; la goma de sapote posee valores entre 10 y 12 % de contenido de humedad.

La solubilidad de la goma de sapote es bastante alta en agua fría (25° C) en comparación con otras gomas como la goma de tara, la cual en agua fría solo llega al 60 %. Si la goma de sapote se diluye en agua caliente, al igual que otras gomas, la solubilidad es total.

La goma de sapote (*Capparis scabrida*) posee compuestos en su cadena principal, similares a los de la goma arábica, como son galactosa, arabinosa y ramnosa. En comparación con las otras gomas (tara y guar) solo tiene en común a la galactosa.

En el caso de viscosidad se afirma que la goma de sapote es una de las gomas con más baja viscosidad llegando solo a 230 cps cuando se encuentra a 17 % de concentración, valor bastante más bajo comparado con la goma de tara y la goma guar, las cuales a 1 % de concentración llegan a 2000-5000 cps. Por otro lado este valor (230 cps) es superior al de la goma arábica, la cual recién llega a este valor a partir del 30 % de concentración.

Los valores de pH alcanzados por la goma de sapote (*Capparis scabrida*) demuestran una acidez, entre 4,0 a 4,5, similar al presentado por la goma arábica. En el caso de la goma de tara y goma guar, los valores son cercanos al valor de pH neutro.

El contenido de proteínas obtenido para la goma de sapote es superior al de la goma guar y goma de tara pero bastante similar al de la goma arábica, lo cual podría demostrar así su poder emulsionante.

En base a estas comparaciones, se puede afirmar que la goma de sapote (*Capparis scabrida*) tiene las características necesarias para poder ser utilizada en reemplazo de otras gomas actualmente utilizadas en el mercado, pero siempre teniendo en cuenta que es muy común aprovechar el sinergismo de cada una de las gomas para realizar mezclas funcionales que proporcionan características únicas a las obtenidas al utilizar gomas de manera individual. Ya sea de forma unitaria o en mezcla funcional, los beneficios de utilizar gomas o hidrocoloides en la industria (i. alimentaria principalmente) son evidentes y representan una excelente alternativa para mejorar las características del producto final e incrementar la vida de anaquel al mantener las propiedades físico-químicas y sensoriales por más tiempo.

## 5. CONCLUSIONES

- De los cuatro métodos estudiados para la extracción de goma, el que dio los mejores resultados de rendimiento fue el método de recolección.
- De los métodos en los cuales se practicaron incisiones el método de cortes fue el que dio los valores de producción más altos, aunque con valores significativamente menores a los obtenidos mediante el método de recolección.
- Los valores mas altos en cuanto a producción de goma se obtuvieron dentro del ámbito del Santuario Histórico Bosque de Pómac.
- Se puede afirmar que la producción de la goma, depende principalmente de la profundidad de la napa freática, evaluada de manera indirecta.
- En los método con incisión, ventanas, agujeros y cortes, la producción de goma fue mayor para los menores rangos de altura (<2, 2-4 y 4-6 m) y clases diamétricas (10-20, 20-30 y 30-40 cm).
- Para el método de recolección, las variables altura y diámetro no fueron determinantes para la producción de la goma.
- Las características físicas (color, humedad y sólidos totales) y químicas (carbohidratos, solubilidad, rotación óptica, viscosidad, sales, vitaminas, extracto etéreo, fibra cruda y proteínas) de la goma fueron similares en todas las zonas de estudio.
- Esta goma por sus características físicas y químicas es compatible con otras gomas actualmente conocidas en el mercado nacional e internacional, como la goma arábica, goma de tara, goma guar, etc.
- La goma de sapote (*Capparis scabrida*), es una goma de óptima calidad que, por los resultados obtenidos, posee buenas propiedades espesantes, emulsionantes y estabilizantes.

## 6. **RECOMENDACIONES**

- Realizar estudios de evaluación de gomas considerando otros parámetros como edad de los árboles, tiempo de extracción, época de extracción, suelos, etc.
- Evaluar la producción de goma de sapote considerando la medición de la napa freática de manera directa.
- Realizar otros análisis químicos como los microbiológicos, sustancias tóxicas, almidón o dextrinas y la aplicación de esta goma en distintos productos para caracterizar su comportamiento específico en las distintas industrias.
- Estudiar el uso de estimulantes que podrían asegurar un mayor rendimiento en cuando a producción de goma.
- Realizar un inventario forestal en las zonas de estudio para determinar la abundancia del sapote (*Capparis scabrida*).
- Realizar un estudio de prefactibilidad técnico-económico a fin de determinar el potencial de la especie con fines industriales.
- Informar a los pobladores locales sobre las características y utilidades de esta especie para fines industriales, así como métodos de propagación, a fin de fomentar un aprovechamiento sostenible del recurso forestal y brindarles así una alternativa de uso de la especie para evitar su continua deforestación.

## *BIBLIOGRAFÍA*

**ADEX (Asociación de Exportadores del Perú).** 2006. Evolución de las exportaciones de Tara en polvo y goma. Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: <http://www.adexperu.org.pe/SCE2006/Exposiciones/Agro>

**Alarcón, J.** 2003. Evaluación de la fenología del *prosopis* en el Departamento de Lambayeque. INRENA y Proyecto Algarrobo. Serie: Documento técnico N° 6. Chiclayo, PE

**Anderson, D.** 1993. Some factors influencing the demand for gums Arabic (Acacia Senegal (L) Willd.) and other water-soluble tree exudates. Forest Ecology and Management. US

**A.O.A.C.** 1998. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C., US

**Appleton Coated Paper Company.** 2005. Ayuda para la impresión de prensa. Consultado 16 jul. 2007. Disponible en: [http://www.appletonideas.com/Appleton/es\\_ES/01/pdf](http://www.appletonideas.com/Appleton/es_ES/01/pdf)

**Aristizábal, C; Aristizábal, M; Montoya, S.** s.f. Las Vitaminas. Consultado 14 jul. 2007. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos11/lasvitam>

**Badui, S.** 1981. Química de los alimentos. MX

**Barreto, A.** 2002. Hidrocoloides – Usos en Alimentos (en portugués). *Revista de tecnología de alimentos y Bebidas*. 58-64 p.

**Basurto, L.** 2001a. Estudio de mercado sobre gomas o hidrocoloides, resinas y látex  
Consultado 25 abr. 2007. Disponible en: <http://taninos.tripod.com/goma2.htm>

\_\_\_\_\_. 2001b. Emulsionantes y estabilizantes en los helados. Consultado 16 jul. 2007.  
Disponible en: <http://www.geocities.com/lebr7/estabili.htm>

**BeMiller, J; Whistler, R.** 1996. Carbohydrates. In: Fennema, O. R. (Ed), Food Chemistry,  
3<sup>rd</sup> Ed. Marcel Dekker. New York, US

**Brack, A.** 1999. Diccionario Enciclopédico de Plantas Útiles del Perú. PNUD-CBC. PE

**Bruneton, J.** 1991. Elementos de Fotoquímica y de Farmacología. Editorial Acribia S.A.  
Zaragoza, ES. 52-61 p.

**CAFTA (Central America Free Trade Agreement).** s.f. Oportunidades comerciales.  
Consultado 2 mayo 2007. Disponible en  
<http://www.conamype.gob.sv/noticias/010206.pdf>

**Calderón, C.** 1999. Manejo Forestal en los Bosques Secos – Tecnologías Aplicadas. Tesis  
para optar el título de Ingeniero Forestal. Lima, PE. UNALM

**Calvo, M.** 2007. Bioquímica de los alimentos. Consultado 11 mar. 2007. Disponible en:  
<http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/arabiga.html>

**Carrizales, S; Soto, M.** 1979. La Fitoquímica en la Investigación Forestal. Ciencia Forestal.  
Revista del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales no. 22 Vol. 4 nov.-dic.  
MX.

**Chacón, T.** 2003. Características del aceite esencial de “Palo rosa” (*Aniba rosaedora* Ducke) obtenido por dos métodos de destilación. Tesis Ing. Forestal. Lima, PE. UNALM.

**Chávarri, E.** 1980. Sustitución de pectina con CMC, Agar-agar, goma de zapote y colapis en la elaboración de mermelada de naranja y fresa. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Lima, PE. UNALM

**Codex Alimentarius FAO/OMS.** Depósito de documentos de la FAO. Alimentos producidos orgánicamente. Consultado 13 jan. 2007. Disponible en: <http://www.codexalimentarius.net>

**Dziezak, J.** 1991. A focus on gums. Food Technology. 155 p.

**Engler, A.** 1964. Syllabus Der Pflanzenfamilien. Edición XII. G.B. Berlín, DE.

**Escurra, C.** 1986. Obtención Química de la Harina de Sapote *Capparis angulata* y su Utilización en la Alimentación de Animales Domésticos Tesis para optar el Título de Ingeniero Zootecnista. Lambayeque, PE

**ETSIIT (Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Terrassa).** 1989. Materia: Análisis Químico Papelero. Universitat Polytechnica de Catlunya. ES

**ETC Andes (Asociación Ecología, Tecnología y Cultura en los Andes, PE); Proyecto Algarrobo.** 1997. Inventario Forestal de los Bosques Secos de Batán Grande. Lima, PE

**EUROSTAT/FAO.** Base de datos estadísticos. Consultado 13 jan. 2007. Disponible en:  
<http://www.fao.org>

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT).**  
1980. Recursos genéticos de especies arbóreas y en las zonas áridas y semiáridas.  
Roma, IT.

\_\_\_\_\_. 1992. Gum Arabic [published in FAO Food and Nutrition Paper 49, 1990]. In  
*Compendium of Food Additive Specifications*. FAO Food and Nutrition Paper 52  
(Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Combined Specifications  
from 1st through the 37th Meetings, 1956-1990). Roma, IT. 735-737 p.

**Fennema, O.** 1993. Química de los alimentos. Acribia, S.A. Zaragoza, ES.

**Ferreira, R.** 1983. Tipos de vegetación de la costa peruana. Lima, PE

**Flavouring Agents Database.** 2006. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives  
(JECFA). Base de Datos FAO (en línea). Consultado 25 ago. 2006. Disponible en:  
[http://apps3.fao.org/jecfa/flav\\_agents/flavag-q.jsp](http://apps3.fao.org/jecfa/flav_agents/flavag-q.jsp)

**Glicksman, M.** 1983. Gum Arabic (Gum Acacia). (Ed.), Food Hydrocolloids, v.2. CRC  
Press. Boca Ratón-La Florida, US.

**Gutiérrez, T.** 1953. Contribución al estudio fitoquímico y bromatológico del fruto del  
“*Capparis angulata*”. Tesis de Ingeniero Químico. UNT. Trujillo, PE

**Hoefler, A.** s.f Hydrocolloids, Practical Guides for the Food Industry. Eagan Press Handbook Series. 27-41 p.

**INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales, PE).** s.f. Propuesta de Caracterización de Flora Silvestre Amenazada. Consultado 17 mayo 2007. Disponible en: <http://www.inrena.gob.pe>

\_\_\_\_\_. 1991. Metodologías para la Determinación de la productividad de los Bosques secos. Lambayeque, PE

**INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales, PE); Proyecto Algarrobo.** 2003a. Mapa de bosques secos del departamento de Lambayeque. Memoria descriptiva. Lambayeque, PE

\_\_\_\_\_. 2003b. Tecnologías Campesinas en el Bosque Seco. PE

\_\_\_\_\_. 2003c. Desarrollo de actividades productivas no maderables en los Bosques Secos de Lambayeque. Un análisis económico de la experiencia en los sectores de San Cristóbal Grande, San Cristóbal Chico y la Zaranda. Serie: Documento técnico N° 8. Lambayeque, PE

\_\_\_\_\_. 2004. Control Participativo para la Conservación de la Zona Reservada de Batán Grande-Lambayeque. Piura, PE

**Laboratorios Roche.** s.f. Nutrimientos. Consultado 18 jul. 2007. Disponible en: <http://www.paraqueestebien.com/sintomas/nutricion/nutrimientos5.htm>

- León, A.** 1956. Purificación de la goma de Sapote *Capparis angulata*. Tesis de Ingeniero Químico. UNT. Trujillo, PE
- Llerena, A.** 1983. Estudio de Pre-Factibilidad Técnico-Económico para la Industrialización de la Goma de Sapote (*Capparis angulata*) en el Departamento de La Libertad. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, PE. 150 p.
- Losano, M.** 1995. Producción de goma de brea (*Cercidium praecox* R&P Hams). Sus relaciones con el estado hídrico, la concentración de carbohidratos no estructurales totales y el número y tamaño de las heridas. AR. Griscientia. 25-32 p.
- Losano, M; Dottori, N; Cosa, MT.** 2000. Secreciones intravasculares de sustancias gomosas en *Cercidium praecox* (*Fabaceae*). Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, MX. Serie Botánica. 71 (1): 1-9. 12 p.
- Mac Bride, J.** 1938. Flora of Perú. Botánica II N°3. Publi. Field. Mundo Natural Histórico Botánico. Chicago, US.
- Matissek, R; Schnepel, F; Steiner, G.** 1992. Análisis de los alimentos (Fundamentos – Métodos – Aplicación). Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, ES. 2° edición. 1-3 p.
- Mapa Ecológico del Perú.** 1995.
- Mendoza, C.** Hidratos de Carbono. Consultado 13 jul. 2007. Disponible en: [http://www.canalsocial.net/GER/ficha\\_GER](http://www.canalsocial.net/GER/ficha_GER).

**Ministerio de Agricultura del Perú “Portal Agrario – Recurso Forestal”.** s.f. Uniform Resource Locator. Consultado 13 de nov. 2006. Disponible en: <http://www.portalagrario.gob.pe/rmn>

**Morizaki, A.** 1996. Lineamientos para el Manejo Forestal de los Bosques Secos de la Costa Peruana. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Lima, PE. UNALM

**Museo Nacional Sicán.** s.f. La cultura Sicán. Consultado 14 ago. 2006. Disponible en: <http://sican.perucultura.org.pe/cult2.htm>

**Municipalidad Distrital de Olmos.** 2006. Referencia personal

**Municipalidad Provincial de Ferreñafe.** 2006. Referencia personal

**Munsell Color Charts for Plants Tissues.** 1977. Second edition. Baltimore-Maryland, US.

**Norma Técnica Peruana NTP.** 1974. Determinación del poder rotatorio específico y desviación polarimétrica.

\_\_\_\_\_. 1984. Determinación de la solubilidad en alcohol.

**ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales).** 1976. Mapa ecológico del Perú. Guía Explicativa. ONERN. Lima, PE

**PANREAC QUÍMICA S.A.** 2001. Ficha de datos de seguridad. Consultado 14 jul. 2007. Disponible en: <http://www.panreac.com/new/esp/fds/ESP>

**Pasquel, A.** 2001. Gomas: Una aproximación a la industria de alimentos. Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Iquitos, PE

**Proyecto Algarrobo.** 1991. Estudio: Comercialización de productos del Bosque Seco de la sub-región Lambayeque. Chiclayo, PE. 98 p

\_\_\_\_\_. 2001. Ubicación y caracterización de zonas de riesgo de incendios forestales de los departamentos de Lambayeque y Piura. Documento técnico N° 1. Piura, PE

**Pszczola, D.** 2003. Plot Thickens, as Gums Add Special Effects. *Food Technology*. Vol. 57, N° 12. 34-47 p.

**QUIMINET.** s.f. Goma Guar. Consultado 10 jul. 2007. Disponible en: <http://www.quiminet.com.mx/art>

**Quiñónez, K.** 2007. Demanda de goma de tara en el Perú. Consultado 17 mayo 2007. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos45>

**Rodríguez, M.** 2007. Hidratos de Carbono. Diplomado en nutrición humana y dietética. UAM, Madrid, ES. Consultado 18 jul. 2007. Disponible en: [http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/mrgarcia/Lacteos-2005/Tema%202-3.pdf](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/mrgarcia/Lacteos-2005/Tema%202-3.pdf)

**Rojas, H.** 1991. Determinación de parámetros para la obtención de goma de semillas de Tara (*Caesalpineae tinctoria*) por vía acuosa y secado por rociada (Spray-Dryer). Tesis para optar el grado de Magister Sciantial. Lima, PE

**Rojas, S.** 1973. Nutrición animal aplicada. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, PE.

**Sánchez, J.** s.f. Glúcidos. Consultado 17 jul. 2007. Disponible en: [http://www.educastur.princast.es/proyectos/biogeo\\_ov/2BCH/PDFs/03Glucidos.pdf](http://www.educastur.princast.es/proyectos/biogeo_ov/2BCH/PDFs/03Glucidos.pdf)

**Sanderson, G.** 1996. Gums and Their Use in Food System. *Food Technology*. 81-84 p.

**Sasson, A.** 1984. Las biotecnologías: desafíos y pro esas Investigaciones Biológicas. La Habana, CU.

**Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.** 1981. Goma arábica refinada. Norma mexicana NMX-K-559-1981. Dirección general de normas. México D.F.

**Sheldon, R.** 1993. Chirotechnology: Industrial síntesis of optical active compounds. Marcel Dekker. New York, US.

**Walker, B.** 1984. Gums and stabilizers in food formulation. In: Phillips, G. O.; Wedlock, D. J.; Williams, P. A. (Eds), Gums and stabilizers for the food industrie 2. Elsevier Applied Science and Publishers. London, UK

**Weberbauer, A.** 1945. El mundo vegetal de los Andes Peruanos. Editorial Perú. 508 p.

**Whistler, R.** 1973. Factors influencing gum costs and application. San Diego, US

**Whistler, R; Daniel, J.** 1985. Carbohydrates. In: Fennema, O.R. (Ed). Food Chemistry. 2<sup>nd</sup> Ed., Marcel Dekker. New York, US

**Whistler, R.; BeMiller, J.** 1993. Industrial gums polysaccharide and their derivatives. New York, US. 624 p.

**Wulf, J.** 2000. Productos Forestales No Madereros 13. Evaluación de los recursos de productos forestales no madereros. DFID's/FAO/FRP/NRIL. 30p.

# ANEXO 1

## DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

### ZONA LAS SALINAS

<b>ACTIVIDAD:</b> Productividad	<b>CÓDIGO:</b> BQP-LS1 <b>FECHA:</b> 28/11/2005
<b><u>UBICACIÓN</u></b>	
<b>Cuenca:</b> La Leche	<b>C.Campesina:</b>
<b>Tipo de bosque:</b> Bosque seco denso de llanura	<b>Latitud:</b> 6°25'36"
<b>Longitud:</b> 79°39'42"	<b>Altitud:</b> 80 m.s.n.m
<b><u>DESCRIPCIÓN ECOLÓGICA</u></b>	
<b><u>Suelo</u></b> Profundidad: poco profundo Textura: arenosa Salinidad: media Topografía:	<b><u>Agua</u></b> Napa freática: 15-18 metros Salinidad:
<b><u>Clima</u></b> Temperatura: 28°C (media) Precipitación: 21.6 mm (max.) – 2.2 mm (mín.) Viento: frecuente, muchas veces fuerte	<b><u>Forestal</u></b> Densidad: semi denso Especies: Algarrobo, Sapote, Bichayo Edad del bosque: 10-25 años
<b><u>Otros</u></b> Protección: Es un área natural protegida. Algarrobo y Sapote fuertemente deforestados. Actividad productiva: Ganadería	

## ANEXO 2

### DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### ZONA DE PÓMAC III

<b>ACTIVIDAD:</b> Productividad	<b>CÓDIGO:</b> BQP-ZP3 <b>FECHA:</b> 28/11/2005
<b><u>UBICACIÓN</u></b>	
<b>Cuenca:</b> La Leche	<b>C.Campesina:</b>
<b>Tipo de bosque:</b> Bosque seco denso de llanura	<b>Latitud:</b> 6°28'15"
<b>Longitud:</b> 79°50'40"	<b>Altitud:</b> 80 m.s.n.m
<b><u>DESCRIPCIÓN ECOLÓGICA</u></b>	
<b><u>Suelo</u></b> Profundidad: poco profundos Textura: arenosa Salinidad: media Topografía:	<b><u>Agua</u></b> Napa freática: 20-25 metros Salinidad:
<b><u>Clima</u></b> Temperatura: 28° C (media) Precipitación: 21.6 mm (max.) – 2.2 mm (mín.) Viento: frecuente, muchas veces fuerte	<b><u>Forestal</u></b> Densidad: semi denso Especies: Algarrobo, Sapote, Bichayo Edad del bosque: 30-50 años
<b><u>Otros</u></b> Protección: Es un área natural protegida. Algarrobo y Sapote fuertemente deforestados. Actividad productiva: Ganadería	

## ANEXO 3

### DESCRIPCIÓN DE ÁREA DE ESTUDIO

#### ZONA DE SAN CRISTÓBAL CHICO

<b>ACTIVIDAD:</b> Productividad	<b>CÓDIGO:</b> OLM-SNC <b>FECHA:</b> 30/11/2005
<b><u>UBICACIÓN</u></b>	
<b>Cuenca:</b> Cascajal	<b>C.Campesina:</b>
<b>Tipo de bosque:</b> Bosque seco denso de llanura	<b>Latitud:</b> 5°36'20"
<b>Longitud:</b> 79°50'25"	<b>Altitud:</b>
<b><u>DESCRIPCIÓN ECOLÓGICA</u></b>	
<b><u>Suelo</u></b> Profundidad: poco profundos Textura: arenosa Salinidad: media-alta Topografía: lomas, abras, quebradas y pampas	<b><u>Agua</u></b> Napa freática: 25-35 metros Salinidad:
<b><u>Clima</u></b> Temperatura: 14,9-34,3° C Precipitación: 73 mm Viento: frecuente, muchas veces fuerte	<b><u>Forestal</u></b> Densidad: semi denso Especies: Algarrobo, Sapote, Bichayo Edad del bosque: 30-60 años
<b><u>Otros</u></b> Protección: Algarrobo y Sapote fuertemente deforestados. Actividad productiva: Ganadería, carbón y leña	

## ANEXO 4

### DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### ZONA DE PASAJE NORTE

<b>ACTIVIDAD:</b> Productividad	<b>CÓDIGO:</b> OLM-ZPN <b>FECHA:</b> 30/11/2005
<b><u>UBICACIÓN</u></b>	
<b>Cuenca:</b> Cascajal	<b>C.Campesina:</b>
<b>Tipo de bosque:</b> Bosque seco denso de Llanura	<b>Latitud:</b> 5°36'13"
<b>Longitud:</b> 79°52'10"	<b>Altitud:</b>
<b><u>DESCRIPCIÓN ECOLÓGICA</u></b>	
<b><u>Suelo</u></b> Profundidad: poco profundo Textura: arenosa Salinidad: media-alta Topografía: lomas, abras, quebradas y pampas	<b><u>Agua</u></b> Napa freática: puede llegar hasta los 45 metros Salinidad:
<b><u>Clima</u></b> Temperatura: 14,9-34,3° C Precipitación: 73 mm Viento: frecuente, muchas veces fuerte	<b><u>Forestal</u></b> Densidad: semi denso Especies: Algarrobo, Sapote, Bichayo Edad del bosque: mas de 50 años
<b><u>Otros</u></b> Protección: Algarrobo y Sapote fuertemente deforestados. Actividad productiva: Ganadería, carbón y leña	

## ANEXO 5

### DESCRIPCIÓN DE LOS ÁRBOLES ESTUDIADOS PARA EVALUAR EL RENDIMIENTO SEGÚN LAS ZONAS DE ESTUDIO

<b>Especie:</b> Sapote ( <i>Capparis scabrida</i> )				<b>Fecha:</b> 28/11/2005						
<b>Código:</b> BQP-LS1				<b>Técnico:</b> Katia Herz Castro						
<b>Ubicación:</b> Bosque de Pómac				<b>Coordenadas:</b>						
	CARACTERÍSTICAS GENERALES			COPA			FUSTE <sup>13</sup>			OTROS
	Edad	Vigor	Sanidad	Diám. 1	Diám. 2	Altura <sup>14</sup>	Altura	Diám. 30 cm	Dap	
1	25	Bueno	Con parásito <sup>15</sup>	7.30 m	4.2 m	4.35 m	35.0 cm	24.5 cm	—	Posee goma y frutos
2	10	Bueno	Buena	2.50 m	2.8 m	2.85 m	15.0 cm	14.3 cm	—	Posee goma y frutos
3	15	Bueno	Con parásito	4.30 m	3.85 m	1.80 m	50.0 cm	17.3 cm	—	Posee goma y frutos
4	25	Bueno	Con parásito	6.40 m	4.75 m	2.80 m	60.0 cm	19.1 cm	—	Posee goma y frutos
5	15-20	Bueno	Con parásito	5.70 m	3.25 m	2.59 m	81.0 cm	12.9 cm	—	
6	25	Bueno	Con parásito	7.86 m	6.90 m	2.60 m	64.7 cm	15.0 cm	—	
7	20	Buena	Con parásito	4.29 m	3.85 m	1.30 m	1.21 m	13.1 cm	—	Presenta goma
8	20	Regular	Con parásito	3.21 m	3.05 m	1.86 m	19.0 cm	12.7 cm	—	Posee goma y flores
9	25	Regular	Con parásito	2.90 m	2.35 m	1.50 m	26.0 cm	16.6 cm	—	Posee goma
10	25	Regular	Con parásito	3.57 m	3.40 m	1.60 m	90.0 cm	15.3 cm	—	Posee goma
11	25	Bueno	Con parásito	6.07 m	5.85 m	1.86 m	74.0 cm	22.9 cm	—	Posee goma
12	15	Regular	Buena	2.36 m	2.45 m	1.90 m	36.0 cm	14.3 cm	—	Posee goma

<sup>13</sup> El fuste se considera hasta donde comienza la primera ramificación principal.

<sup>14</sup> Las alturas en todos los caso fueron medidas con hipsómetro

<sup>15</sup> Con parásito nos referimos a una planta que parasita a esta especie llamada comúnmente leque o suelda con suelda.

13	25	Bueno	Con parásito	4.30 m	4.15 m	3.70 m	59.0 cm	17.2 cm	—	Posee goma
14	15-20	Bueno	Con parásito	2.15 m	2.23 m	1.65 m	24.0 cm	14.6 cm	—	Posee goma
15	10-15	Bueno	Buena	2.50 m	1.83 m	1.50 m	57.0 cm	13.1 cm	—	Posee goma
16	10	Bueno	Buena	3.60 m	3.26 m	1.75 m	56.0 cm	11.5 cm	—	
17	20	Bueno	Con parásito	5.36 m	5.15 m	2.95 m	29.0 cm	30.6 cm	—	Posee goma y frutos
18	20	Bueno	Con parásito	4.14 m	2.85 m	2.30 m	88.0 cm	17.8 cm	—	Posee goma y frutos
19	25	Bueno	Con parásito	5.00 m	3.46 m	1.25 m	1.02 m	18.1 cm	—	Posee goma y frutos
20	25	Bueno	Con parásito	5.00 m	4.73 m	2.60 m	47.0 cm	23.6 cm	—	Posee goma y frutos
21	20-25	Bueno	Con parásito	3.57 m	3.20 m	3.40 m	35.0 cm	22.0 cm	—	
22	10	Bueno	Buena	3.50 m	2.15 m	2.02 m	8.0 cm	22.8 cm	—	Posee goma
23	25	Bueno	Con parásito	5.43 m	4.87 m	1.30 m	1.80 m	22.9 cm	—	Posee goma
24	25	Bueno	Con parásito	3.60 m	2.65 m	2.95 m	49.0 cm	12.4 cm	—	Posee goma
25	15	Bueno	Con parásito	3.43 m	3.14 m	3.25 m	1.04 m	13.1 cm	—	

**Especie:** Sapote (*Capparis scabrida*)

**Fecha:** 28/11/2005

**Código:** BQP-ZP3

**Técnico:** Katia Herz Castro

**Ubicación:** Bosque de Pómac

**Coordenadas:**

	CARACTERÍSTICAS GENERALES			COPA			FUSTE			OTROS
	Edad	Vigor	Sanidad	Diám. 1	Diám. 2	Altura	Altura	Diám. 30 cm	Dap	
1	40-45	Bueno	Buena	7.14 m	6.85 m	5.80 m	31.0 cm	23.3 cm	22.9 cm	Posee goma y frutos
2	30-35	Bueno	Buena	4.30 m	4.10 m	4.10 m	1.61 m	17.5 cm	15.9 cm	Posee goma
3	50	Regular	Buena	10.7 m	10.5 m	3.60 m	1.58 m	37.6 cm	18.1 cm	Posee frutos
4	30	Bueno	Buena	7.10 m	6.45 m	5.30 m	1.92 m	16.6 cm	17.8 cm	Posee frutos
5	30	Bueno	Buena	5.70 m	5.20 m	2.85 m	1.65 m	17.2 cm	13.4 cm	Posee frutos
6	35-40	Bueno	Buena	8.14 m	7.65 m	4.42 m	1.08 m	23.4 cm	—	Posee frutos
7	30-35	Bueno	Buena	10.70 m	9.63 m	6.00 m	1.10 m	31.5 cm	—	
8	30	Bueno	Buena	5.00 m	5.23 m	3.10 m	1.49 m	14.3 cm	14.3 cm	Posee frutos
9	45-50	Bueno	Buena	8.57 m	7.98 m	4.30 m	97.0 cm	32.8 cm	—	Posee goma y frutos

10	40-50	Bueno	Buena	10.71 m	10.12 m	6.10 m	63.0 cm	27.1 cm	—	Posee goma
11	30	Bueno	Buena	5.71 m	5.85 m	4.46 m	1.74 m	16.6 cm	15.3 cm	Posee goma
12	50	Bueno	Buena	11.43 m	11.25 m	5.20 m	1.58 m	23.6 cm	38.2 cm	Goma, frutos y flores
13	30	Bueno	Buena	5.14 m	5.65 m	5.60 m	35.0 cm	28.0 cm	—	Posee frutos
14	30-40	Bueno	Buena	9.29 m	7.65 m	4.70 m	1.44 m	23.6 cm	32.8 cm	
15	25-30	Bueno	Buena	7.14 m	6.90 m	4.00 m	1.24 m	16.9 cm	—	
16	30	Bueno	Buena	7.86 m	7.13 m	4.00 m	1.51 m	20.2 cm	20.1 cm	Posee goma y frutos
17	25-30	Bueno	Con parásito	7.20 m	5.45 m	3.75 m	2.53 m	23.2 cm	20.8 cm	Posee goma
18	30	Bueno	Buena	5.71 m	5.00 m	7.50 m	58.0 cm	16.87 cm	—	
19	20	Bueno	Con parásito	5.81 m	5.23 m	6.01 m	69.0 cm	17.51 cm	—	Posee goma
20	25-30	Bueno	Buena	5.10 m	4.32 m	6.30 m	2.30 m	20.1 cm	16.9 cm	
21	30	Bueno	Buena	5.86 m	3.98 m	4.33 m	2.17 m	24.51 cm	21.3 cm	Posee goma y fruto
22	30	Bueno	Con parásito	7.30 m	7.15 m	4.30 m	1.61 m	25.5 cm	22.6 cm	Posee goma y fruto
23	25-30	Bueno	Con parásito	7.86 m	5.45 m	4.05 m	1.05 m	22.6 cm	—	Posee goma y frutos
24	35	Bueno	Buena	5.70 m	5.23 m	5.80 m	1.67 m	23.2 cm	21.9 cm	Posee goma y frutos
25	50-55	Regular	Con parásito	8.93 m	8.14 m	5.10 m	1.07 m	37.9 cm	—	Posee goma y frutos

**Especie:** Sapote (*Capparis scabrida*)

**Código:** OLM-SNC

**Ubicación:** San Cristobal-Olmos

**Fecha:** 30/11/2005

**Técnico:** Katia Herz Castro

**Coordenadas:**

	CARACTERÍSTICAS GENERALES			COPA			FUSTE			OTROS
	Edad	Vigor	Sanidad	Diám. 1	Diám. 2	Altura	Altura	Diám. 30 cm	Dap	
1	40	Bueno	Buena	4.69 m	4.26 m	7.40 m	3.10 m	34.8 cm	32.8 cm	Posee goma
2	40	Bueno	Buena	7.57 m	6.89 m	2.80 m	8.90 m	40.1 cm	39.2 cm	Posee goma
3	40	Bueno	Buena	10.22 m	10.14 m	8.20 m	3.10 m	31.2 cm	34.7 cm	Posee frutos
4	40	Bueno	Con parásito	6.03 m	5.96 m	5.00 m	4.50 m	21.6 cm	23.2 cm	
5	40	Bueno	Buena	9.56 m	9.48 m	7.50 m	1.30 m	27.7 cm	24.8 cm	Posee frutos
6	40	Bueno	Buena	4.06 m	4.15 m	3.40 m	2.50 m	21.0 cm	20.4 cm	Posee goma

7	30	Bueno	Buena	6.81 m	6.05 m	3.45m	2.50 m	19.1 cm	20.4 cm	Posee frutos
8	45	Bueno	Buena	7.80 m	6.50 m	4.35 m	2.78 m	36.0 cm	25.5 cm	
9	30-40	Bueno	Buena	6.99 m	6.54 m	7.95 m	2.30m	19.1 cm	17.2 m	
10	30-40	Bueno	Buena	6.82 m	5.90 m	5.80 m	2.95 m	21.3 cm	16.2 cm	
11	40	Bueno	Buena	6.81 m	4.78 m	4.00 m	2.56 m	23.2 cm	22.8 cm	Posee frutos y flores
12	20	Bueno	Buena	4.94 m	4.67m	4.65 m	2.15 m	14.3 cm	14.5 cm	Posee flores
13	40-50	Bueno	Buena	8.11 m	7.68 m	6.10 m	2.95 m	28.8 cm	34.4 cm	Posee frutos
14	40-50	Bueno	Buena	8.78 m	8.50 m	7.40 m	5.10 m	32.8 cm	27.7 cm	Posee frutos
15	50	Regular	Con parásito	9.20 m	8.78 m	6.50 m	1.20 m	35.0 cm	28.3 cm	
16	30	Bueno	Buena	4.06 m	4.12 m	3.00 m	3.50 m	17.2 cm	17.8 cm	Posee frutos
17	30	Bueno	Buena	6.47 m	6.35 m	5.60 m	1.69 m	26.8 cm	23.4 cm	Posee fruto y goma
18	30-40	Bueno	Buena	6.51 m	5.67 m	7.30 m	51.0 cm	110.0 cm	—	Posee goma y frutos
19	35	Bueno	Buena	6.55 m	6.12 m	3.25 m	1.99 m	23.6 cm	23.4 cm	Posee goma y frutos
20	40	Bueno	Buena	4.55 m	4.32 m	6.50 m	1.48 m	24.8 cm	34.7 cm	Posee goma y frutos
21	40	Bueno	Buena	6.57 m	4.39 m	3.60 m	1.55 m	23.6 cm	19.8 cm	Posee goma y frutos
22	40	Bueno	Buena	6.88 m	5.76 m	3.20 m	2.02 m	21.7 cm	16.8 cm	Posee goma y frutos
23	50	Bueno	Buena	4.93 m	4.31 m	3.70 m	2.54 m	28.1 cm	25.9 cm	
24	60	Bueno	Buena	7.96 m	7.13 m	4.06 m	1.94 m	28.2 cm	25.6 cm	Posee goma
25	55	Bueno	Buena	6.12 m	5.46 m	7.10 m	1.82 m	100.0 cm	90.0 cm	Posee goma

**Especie:** Sapote (*Capparis scabrida*)

**Fecha:** 30/11/2005

**Código:** OLM-ZPN

**Técnico:** Katia Herz Castro

**Ubicación:** Pasaje Norte - Olmos

**Coordenadas:**

	CARACTERÍSTICAS GENERALES			COPA			FUSTE			OTROS
	Edad	Vigor	Sanidad	Diám. 1	Diám. 2	Altura	Altura	Diám. 30 cm	Dap	
1	50	Bueno	Con parásito	7.24 m	6.54 m	6.40 m	3.15 m	27.8 cm	26.9 cm	Posee frutos
2	55	Bueno	Buena	9.14 m	8.76 m	7.23 m	4.30 m	30.1 cm	32.4 cm	
3	50	Bueno	Buena	6.54 m	6.00 m	6.12 m	3.25 m	25.4 cm	23.9 cm	Posee goma y frutos

4	50-60	Bueno	Buena	7.60 m	7.12 m	7.82 m	4.23 m	28.9 cm	29.4 cm	
5	80	Bueno	Buena	8.90 m	8.67 m	7.90 m	4.87 m	32.0 cm	32.3 cm	
6	60-70	Bueno	Buena	6.90 m	6.56 m	5.64 m	3.25 m	23.4 cm	23.0 cm	
7	55	Bueno	Buena	7.55 m	6.43 m	5.89 m	3.12 m	20.4 cm	22.8 cm	Posee goma y frutos
8	100	Bueno	Con parásito	9.83 m	11.23 m	6.30 m	2.40 m	64.9 cm	77.3 cm	
9	60	Bueno	Buena	7.89 m	7.56 m	5.39 m	2.60 m	19.6 cm	20.0 cm	Posee goma
10	60-70	Bueno	Buena	6.56 m	6.80 m	7.12 m	3.65 m	25.4 cm	25.7 cm	
11	50-60	Bueno	Buena	6.45 m	5.89 m	6.23 m	2.15 m	20.0 cm	18.9 cm	
12	60-65	Bueno	Buena	7.34 m	7.30 m	6.30 m	3.05 m	24.0 cm	23.7 cm	
13	70	Bueno	Buena	8.65 m	8.13 m	6.87 m	4.25 m	28.0 cm	28.3 cm	Posee goma
14	50	Bueno	Buena	5.60 m	5.00 m	5.12 m	2.34 m	21.3 cm	20.7 cm	
15	50	Bueno	Buena	5.40 m	5.15 m	5.30 m	1.89 m	19.0 cm	20.1 cm	Posee goma
16	55	Bueno	Buena	6.76 m	6.05 m	5.89 m	2.05 m	20.3 cm	20.8 cm	
17	60	Bueno	Buena	9.56 m	7.34 m	6.70 m	3.45 m	24.6 cm	25.9 cm	
18	60	Bueno	Buena	8.50 m	5.32 m	6.54 m	4.10 m	27.8 cm	26.9 cm	
19	80	Bueno	Buena	9.37 m	9.56 m	8.14 m	4.65 m	32.1 cm	35.7 cm	Posee goma y frutos
20	55	Bueno	Buena	6.70 m	6.04 m	7.12 m	3.78 m	28.6 cm	28.3 cm	
21	60	Bueno	Buena	5.78 m	5.90 m	5.25 m	2.15 m	19.8 cm	21.6 cm	
22	60	Bueno	Buena	7.23 m	7.97 m	6.34 m	3.10 m	21.1 cm	22.0 cm	
23	50	Bueno	Buena	6.10 m	7.34 m	5.90 m	2.78 m	20.5 cm	21.7 cm	Posee goma
24	55	Bueno	Buena	5.20 m	6.07 m	6.17 m	3.20 m	22.2 cm	23.6 cm	
25	50	Bueno	Buena	5.00 m	5.46 m	5.90 m	1.98 m	20.6 cm	22.4 cm	

## ANEXO 6

### DESCRIPCIÓN DE LOS ÁRBOLES ESTUDIADOS PARA LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO

Especie: Sapote ( <i>Capparis scabrida</i> )				Fecha: 17/01/2007						
Código: BQP-LS1				Técnico: Katia Herz Castro						
Ubicación: Bosque de Pómac				Coordenadas:						
	CARACTERÍSTICAS GENERALES			COPA			FUSTE			OTROS
	Edad	Vigor	Sanidad	Diám. 1	Diám. 2	Altura	Altura	Diám. 30 cm	Dap	
1	10	Bueno	Buena	6.25 m	3.80 m	3.15 m	25.0 cm	24.3 cm	—	Con fruto
2	15	Bueno	Buena	2.60 m	3.85 m	2.67m	25.0 cm	14.9 cm	—	Con flores
3	20	Bueno	Con parásito	3.35 m	3.35 m	1.68 m	45.0 cm	18.3 cm	—	
4	10	Bueno	Con parásito	7.46 m	5.20 m	2.98 m	55.0 cm	18.7 cm	—	
5	20	Bueno	Con parásito	5.90 m	4.10 m	2.30 m	110.0 cm	12.6 cm	—	Con fruto y flores
6	15	Bueno	Buena	7.60 m	5.95 m	2.89 m	50.6 cm	15.1 cm	—	
7	25	Buena	Con parásito	5.24 m	3.26 m	2.30 m	120.0 cm	14.9 cm	—	Con flores
8	20	Bueno	Buena	3.45 m	2.80 m	1.67 m	23.0 cm	12.6 cm	—	
9	15	Bueno	Con parásito	3.00 m	2.78 m	1.86 m	28.0 cm	13.6 cm	—	
10	10	Bueno	Con parásito	3.90 m	2.40 m	1.98 m	82.0 cm	16.7 cm	—	Con flores y fruto
11	20	Regular	Con parásito	5.89 m	6.80 m	1.67 m	94.0 cm	20.6 cm	—	
12	15	Regular	Buena	3.45 m	2.56 m	2.90 m	32.0 cm	15.3 cm	—	
13	25	Bueno	Con parásito	4.78 m	3.15 m	2.70 m	62.0 cm	18.3 cm	—	
14	20	Bueno	Con parásito	2.90 m	2.43 m	3.65 m	28.0 cm	14.8 cm	—	
15	15	Bueno	Buena	3.50 m	1.70 m	1.90 m	64.0 cm	13.9 cm	—	Con fruto
16	10	Bueno	Buena	3.25 m	2.76 m	1.85 m	66.0 cm	11.2 cm	—	Con fruto
17	25	Bueno	Con parásito	4.90 m	6.15 m	2.67 m	67.0 cm	28.5 cm	—	
18	15	Bueno	Buena	5.14 m	2.90 m	2.40 m	84.0 cm	17.9 cm	—	

19	15-20	Bueno	Buena	5.70 m	4.13 m	1.25 m	92.6 cm	18.5 cm	—	
20	25	Regular	Con parásito	5.36 m	4.60 m	2.67 m	65.0 cm	19.8 cm	—	Con flores
21	20-25	Bueno	Con parásito	5.02 m	3.89 m	3.40 m	35.0 cm	22.1 cm	—	
22	15	Bueno	Buena	3.45 m	2.30 m	2.92 m	12.0 cm	20.9 cm	—	Con fruto
23	20	Bueno	Con parásito	5.78 m	4.23 m	1.30 m	98.0 cm	22.5 cm	—	
24	25	Bueno	Con parásito	4.60 m	3.75 m	3.75 m	39.0 cm	16.4 cm	—	
25	10	Bueno	Con parásito	3.00 m	3.56 m	3.65 m	148.0 cm	15.1 cm	—	
										Con fruto
<b>Especie:</b> Sapote ( <i>Capparis scabrida</i> )						<b>Fecha:</b> 17/01/2007				
<b>Código:</b> BQP-ZP3						<b>Técnico:</b> Katia Herz Castro				
<b>Ubicación:</b> Bosque de Pómac						<b>Coordenadas:</b>				
	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>			<b>COPA</b>			<b>FUSTE</b>			<b>OTROS</b>
	<b>Edad</b>	<b>Vigor</b>	<b>Sanidad</b>	<b>Diám. 1</b>	<b>Diám. 2</b>	<b>Altura</b>	<b>Altura</b>	<b>Diám. 30 cm</b>	<b>Dap</b>	
1	40	Bueno	Buena	6.84 m	5.65 m	4.86 m	1.32 m	20.4 cm	20.9 cm	
2	35	Bueno	Buena	5.30 m	4.89 m	4.07 m	1.15 m	17.4 cm	16.7 cm	
3	60	Regular	Buena	9.70 m	8.23 m	3.43 m	1.67 m	30.4 cm	25.1 cm	
4	25	Bueno	Buena	8.54 m	6.00 m	5.54 m	1.56 m	17.6 cm	18.9 cm	Con frutos
5	30	Bueno	Buena	5.60 m	5.79 m	3.15 m	1.35 m	17.0 cm	15.2 cm	Con frutos
6	35	Bueno	Buena	8.00 m	7.23 m	4.67 m	1.60 m	20.4 cm	20.5 cm	Con frutos
7	35	Bueno	Buena	9.45 m	8.63 m	6.56 m	1.12 m	30.7 cm	—	
8	40	Bueno	Buena	5.56 m	6.19 m	3.45 m	1.54 m	14.3 cm	—	
9	50	Bueno	Buena	7.30 m	6.98 m	4.24 m	1.03 m	26.8 cm	26.5 cm	Con frutos
10	50	Bueno	Buena	9.98 m	10.67 m	5.80 m	1.34 m	25.1 cm	25.3 cm	Con frutos
11	35	Bueno	Con parásito	6.13 m	5.30 m	4.32 m	1.50 m	17.3 cm	17.1 cm	
12	55	Bueno	Buena	10.13 m	9.65 m	5.35 m	1.24 m	20.6 cm	20.2 cm	
13	30-35	Bueno	Buena	5.90 m	4.70 m	5.32 m	1.06 m	22.0 cm	22.1 cm	Con frutos
14	30-40	Bueno	Buena	9.65 m	7.05 m	5.10 m	1.23 m	19.3 cm	19.4 cm	Con frutos
15	25	Bueno	Buena	6.45 m	7.95 m	4.34 m	1.04 m	16.9 cm	16.3 cm	Con frutos

16	35	Bueno	Buena	7.00 m	8.20 m	4.06 m	1.53 m	22.2 cm	—	Con frutos
17	25-30	Bueno	Buena	6.35 m	5.23 m	3.34 m	2.13 m	21.1 cm	—	Con frutos
18	30	Bueno	Buena	5.00 m	5.67 m	6.80 m	1.45 m	15.3 cm	15.9 cm	
19	25	Bueno	Buena	5.50 m	5.90 m	6.30 m	1.32 m	16.2 cm	17.3 cm	
20	30	Bueno	Buena	5.25 m	4.60 m	6.36 m	2.48 m	18.5 cm	16.9 cm	
21	30	Bueno	Con parásito	6.80 m	4.28 m	4.66 m	2.90 m	20.4 cm	—	
22	35	Bueno	Con parásito	7.20 m	6.90 m	4.65 m	1.34 m	22.5 cm	22.6 cm	Con frutos
23	25-30	Bueno	Buena	7.00 m	5.80 m	4.34 m	1.85 m	21.8 cm	21.3 cm	Con frutos
24	30	Bueno	Buena	6.70 m	5.78 m	5.82 m	1.55 m	23.0 cm	22.7 cm	
25	55	Bueno	Con parásito	7.93 m	6.95 m	5.18 m	1.22 m	36.3 cm	—	

**Especie:** Sapote (*Capparis scabrida*)

**Fecha:** 15/01/2007

**Código:** OLM-SNC

**Técnico:** Katia Herz Castro

**Ubicación:** San Cristóbal chico-Olmos

**Coordenadas:**

	CARACTERÍSTICAS GENERALES			COPA			FUSTE			OTROS
	Edad	Vigor	Sanidad	Diám. 1	Diám. 2	Altura	Altura	Diám. 30 cm	Dap	
1	45	Bueno	Buena	5.90 m	4.80 m	7.67 m	4.10 m	30.2 cm	31.8 cm	
2	40	Bueno	Buena	7.00 m	6.15 m	4.80 m	5.68 m	35.1 cm	34.1 cm	Con frutos
3	45	Bueno	Buena	9.20 m	8.24 m	8.15 m	3.56 m	28.2 cm	28.7 cm	Con frutos
4	50	Bueno	Buena	10.00 m	8.90 m	5.80 m	4.23 m	22.4 cm	23.7 cm	Con frutos
5	40	Bueno	Buena	9.32 m	9.00 m	7.89 m	1.28 m	28.6 cm	25.8 cm	Con flores y frutos
6	40	Bueno	Buena	5.80 m	4.87 m	4.43 m	2.72 m	25.0 cm	25.4 cm	
7	35	Regular	Buena	6.04 m	6.98 m	3.90 m	2.67 m	23.1 cm	22.0 cm	Con flores y frutos
8	45	Bueno	Buena	7.10 m	6.50 m	4.78 m	2.90 m	30.0 cm	28.5 cm	Con frutos
9	40	Bueno	Buena	5.90 m	6.54 m	6.85 m	2.89 m	19.1 cm	17.2 m	Con frutos
10	30-40	Bueno	Buena	6.00 m	5.45 m	5.34 m	2.45 m	21.6 cm	18.3 cm	
11	45	Bueno	Buena	6.56 m	5.78 m	4.90 m	3.16 m	22.9 cm	22.1 cm	
12	25	Bueno	Con parásito	5.15 m	6.60m	4.09 m	3.75 m	15.6 cm	14.9 cm	

13	50	Bueno	Buena	7.90 m	6.50 m	6.18 m	3.95 m	30.8 cm	32.4 cm	Con frutos
14	50	Bueno	Buena	8.15 m	9.50 m	8.12 m	4.10 m	32.2 cm	29.0 cm	Con frutos
15	55	Bueno	Buena	8.98 m	8.25 m	6.90 m	1.76 m	28.0 cm	28.6 cm	Con frutos
16	35	Bueno	Buena	4.67 m	3.96 m	3.88 m	3.56 m	19.3 cm	19.8 cm	Con frutos
17	30	Bueno	Buena	6.45 m	6.35 m	5.12 m	1.34 m	26.5 cm	26.4 cm	
18	40	Bueno	Buena	6.00 m	5.67 m	7.65 m	1.03 m	31.2 cm	30.6 cm	
19	35	Bueno	Buena	6.55 m	6.12 m	4.20 m	1.34 m	24.9 cm	25.4 cm	
20	45	Bueno	Buena	5.55 m	4.80 m	6.21 m	1.20 m	24.6 cm	24.7 cm	Con frutos
21	45	Bueno	Buena	6.00 m	5.34 m	3.45 m	1.09 m	28.1 cm	29.8 cm	Con frutos
22	40	Bueno	Buena	7.45 m	6.70 m	3.87 m	2.56 m	31.2 cm	31.3 cm	Con frutos
23	60	Bueno	Buena	4.90 m	4.31 m	3.05 m	2.10 m	28.2 cm	26.6 cm	Con frutos
24	65	Bueno	Con parásito	7.00 m	6.13 m	4.90 m	2.13 m	28.1 cm	25.9 cm	
25	55	Bueno	Buena	6.15 m	5.46 m	6.10 m	2.45 m	54.3 cm	50.1 cm	

Especie: Sapote (*Capparis scabrida*)

Fecha: 15/01/2007

Código: OLM-ZPN

Técnico: Katia Herz Castro

Ubicación: Pasaje Norte-Olmos

Coordenadas:

	CARACTERÍSTICAS GENERALES			COPA			FUSTE			OTROS
	Edad	Vigor	Sanidad	Diám. 1	Diám. 2	Altura	Altura	Diám. 30 cm	Dap	
1	45	Bueno	Buena	7.06 m	6.37 m	5.89 m	2.45 m	26.0 cm	25.6 cm	
2	50	Bueno	Buena	8.50 m	8.00 m	6.34 m	2.98 m	27.9 cm	24.0 cm	Con frutos
3	55	Bueno	Buena	6.80 m	6.45 m	7.14 m	3.67 m	28.2 cm	27.2 cm	Con frutos
4	60	Bueno	Buena	7.67 m	6.82 m	5.45 m	4.34 m	30.1 cm	29.3 cm	Con frutos
5	80	Bueno	Buena	9.67 m	8.55 m	6.30 m	4.12 m	45.2 cm	45.0 cm	Con flores y frutos
6	70-80	Bueno	Buena	6.00 m	6.90 m	5.98 m	3.76 m	36.3 cm	35.1 cm	
7	50	Bueno	Buena	8.15 m	7.43 m	6.78 m	3.70 m	26.0 cm	26.2 cm	
8	85	Bueno	Buena	9.35 m	11.56 m	6.30 m	3.45 m	68.0 cm	77.4 cm	
9	65	Bueno	Buena	7.34 m	6.50 m	7.05 m	4.25 m	32.0 cm	30.7 cm	

10	70	Bueno	Buena	5.80 m	6.89 m	8.34 m	3.90 m	28.5 cm	29.0 cm	
11	50	Bueno	Buena	6.30 m	5.00 m	7.30 m	4.15 m	28.2 cm	27.6 cm	Con frutos
12	65	Bueno	Buena	8.10 m	7.67 m	6.34 m	3.65 m	32.1 cm	30.1 cm	Con frutos
13	70	Bueno	Buena	7.35 m	8.78 m	5.55 m	3.24 m	24.6 cm	25.2 cm	Con frutos
14	45	Bueno	Buena	5.05 m	5.90 m	6.50 m	4.20 m	26.0 cm	26.1 cm	Con frutos
15	50	Regular	Buena	6.43 m	5.00 m	5.82 m	3.40 m	26.9 cm	27.2 cm	Con frutos
16	50	Bueno	Buena	6.18 m	7.05 m	8.23 m	4.15 m	27.2 cm	28.1 cm	Con frutos
17	55	Bueno	Buena	10.34 m	8.30 m	7.65 m	4.13 m	25.5 cm	25.1 cm	Con frutos
18	80	Bueno	Buena	8.50 m	6.55 m	7.05 m	3.56 m	31.0 cm	31.4 cm	
19	65	Bueno	Buena	7.23 m	9.36 m	7.70 m	4.12 m	29.7 cm	29.3 cm	
20	55	Bueno	Buena	10.36 m	8.74 m	6.35 m	3.90 m	23.4 cm	22.9 cm	
21	50	Bueno	Buena	5.90 m	6.10 m	5.54 m	3.87 m	25.3 cm	24.7 cm	
22	60	Bueno	Buena	7.46 m	8.95 m	5.90 m	3.05 m	26.0 cm	26.8 cm	Con frutos
23	55	Bueno	Buena	6.55 m	7.00 m	6.98 m	3.70 m	27.0 cm	24.2 cm	Con frutos
24	70	Bueno	Buena	5.98 m	6.67 m	6.70 m	3.45 m	29.5 cm	29.6 cm	
25	50	Bueno	Buena	6.15 m	5.34 m	7.30 m	4.10 m	27.8 cm	26.9 cm	

## ANEXO 7

### VALORES DE RENDIMIENTO OBTENIDOS EN CADA ZONA SEGÚN LOS 4 MÉTODOS DE ESTUDIO

**Especie:** Sapote (*Capparis scabrida*)

**Código:** BQP-LS1

**Ubicación:** Las Salinas-Bosque de Pómac

<b>Nº Arbol</b>	<b>Método 1</b>	<b>Método 2</b>	<b>Método 3</b>	<b>Método 4</b>
1	0,0	5,5	30,7	58,25
2	0,0	0,0	40,3	536,72
3	2,3	0,0	0,0	57,20
4	0,0	0,0	24,0	43,69
5	5,3	0,0	0,0	24,58
6	5,7	10,1	60,2	174,75
7	0,0	0,0	0,0	70,48
8	0,0	0,0	6,6	123,45
9	1,2	9,7	16,7	57,80
10	1,8	1,5	10,6	59,00
11	0,0	6,4	40,7	216,00
12	0,0	0,0	0,0	125,00
13	0,0	0,0	0,0	56,20
14	0,0	0,0	21,4	37,50
15	0,0	4,3	16,0	31,30
16	7,6	0,0	0,0	55,15
17		0,0	0,0	59,89
18		0,0	23,3	73,09
19		4,0	9,5	261,40
20		0,0	0,0	205,8
21		0,0	24,3	50,35
22		0,0	0,0	35,65
23		0,0	0,0	50,50
24		0,0	0,0	63,20
25		4,6	53,2	69,65

**Especie:** Sapote (*Capparis scabrida*)

**Código:** BQP-ZP3

**Ubicación:** Pómac III-Bosque de Pómac

<b>Nº Arbol</b>	<b>Método 1</b>	<b>Método 2</b>	<b>Método 3</b>	<b>Método 4</b>
1	2,6	2,8	31,2	60,65
2	0,0	4,5	30,3	37,70
3	0,0	0,0	0,0	105,30

4	0,0	0,0	0,0	63,35
5	0,0	10,6	12,6	211,60
6	0,0	1,6	17,2	97,00
7	0,0	0,0	0,0	97,30
8	0,0	0,0	0,0	65,45
9	3,7	1,6	0,0	141,67
10	5,3	7,8	38,1	255,35
11	2,7	1,2	22,1	109,20
12	0,0	0,0	21,7	111,73
13	0,0	0,0	0,0	111,75
14	0,0	0,0	0,0	70,15
15	0,0	0,0	0,0	161,50
16	0,0	3,3	31,5	125,64
17		3,4	20,2	122,85
18		0,0	0,0	120,40
19		1,1	43,4	111,80
20		0,0	0,0	129,70
21		0,0	0,0	114,25
22		0,0	0,0	74,60
23		0,0	18,3	143,65
24		1,7	26,3	127,80
25		4,0	39,3	100,40

**Especie:** Sapote (*Capparis scabrida*)

**Código:** OLM-SNC

**Ubicación:** San Cristóbal chico-Olmos

<b>Nº Arbol</b>	<b>Método 1</b>	<b>Método 2</b>	<b>Método 3</b>	<b>Método 4</b>
1	0,0	0,0	0,0	89,70
2	0,0	0,0	7,4	105,10
3	0,0	0,0	0,0	81,90
4	0,0	0,0	0,0	99,85
5	0,0	0,0	0,0	49,20
6	0,0	0,0	4,8	56,55
7	0,0	0,0	0,0	144,30
8	1,3	4,6	0,0	100,95
9	0,0	0,0	5,2	72,50
10	0,0	0,0	0,0	28,35
11	0,0	0,0	0,0	53,50
12	0,0	0,0	6,0	44,00
13	0,0	0,0	0,0	102,80
14	3,4	2,9	0,0	109,31
15	0,0	0,0	3,0	70,85
16	0,0	6,4	0,0	37,80
17		0,0	5,4	48,10
18		0,0	0,0	97,30

19		0,0	0,0	70,20
20		5,8	2,9	77,34
21		0,0	6,0	58,90
22		0,0	0,0	95,70
23		0,0	0,0	25,98
24		0,0	3,6	99,80
25		2,2	0,0	90,17
<b>Especie:</b> Sapote ( <i>Capparis scabrida</i> )				
<b>Código:</b> OLM-ZPN				
<b>Ubicación:</b> Pasaje Norte-Olmos				
<b>Nº Arbol</b>	<b>Método 1</b>	<b>Método 2</b>	<b>Método 3</b>	<b>Método 4</b>
1	0,0	0,0	0,0	41,00
2	0,0	0,0	0,0	45,20
3	0,0	0,0	8,3	61,75
4	0,0	0,0	0,0	263,90
5	0,0	0,0	0,0	96,14
6	0,0	0,0	7,0	51,00
7	1,9	5,8	0,0	46,30
8	0,0	0,0	0,0	82,90
9	0,0	0,0	0,0	49,49
10	0,0	0,0	7,7	35,50
11	0,0	0,0	0,0	158,90
12	0,0	7,3	7,0	80,90
13	2,8	1,3	0,0	89,90
14	0,0	0,0	0,0	38,30
15	0,0	0,0	0,0	68,10
16	0,0	1,8	0,0	72,80
17		0,0	0,0	50,80
18		0,0	5,8	76,35
19		2,2	0,0	166,11
20		3,8	0,0	152,90
21		0,0	0,0	98,20
22		0,0	0,0	196,60
23		0,0	5,2	45,00
24		0,0	0,0	70,80
25		1,2	0,0	144,25

## ANEXO 8

### DATOS ORIGINALES DEL ANÁLISIS DE SOLUBILIDAD

<b>Sub-bloque</b>	<b>Solución</b>	<b>Peso Muestra</b>	<b>Peso Crisol</b>	<b>P. Crisol y Soluc.</b>	<b>P. Crisol y residuo</b>	<b>Residuo</b>	<b>Humedad (%)</b>
Las Salinas	H <sub>2</sub> O	5,0000	48,99	58,72	49,79	0,8029	11,78
	30%	5,0007	70,92	80,59	71,62	0,7040	11,78
	50%	5,0005	39,21	47,58	39,75	0,5395	11,78
	70%	5,0001	48,95	58,05	49,00	0,0520	11,78
	96%	5,0002	56,77	64,59	56,78	0,0067	11,78
Pómac III	H <sub>2</sub> O	5,0008	70,92	80,59	71,77	0,8484	11,32
	30%	5,0003	39,21	48,85	40,05	0,8460	11,32
	50%	5,0005	49,00	57,86	49,49	0,4854	11,32
	70%	5,0001	56,78	65,34	56,79	0,0068	11,32
	96%	5,0006	48,95	56,93	48,95	0,0009	11,32
San Cristóbal chico	H <sub>2</sub> O	5,0005	25,27	35,05	26,04	0,8368	11,38
	30%	5,0004	46,44	55,88	47,20	0,7517	11,38
	50%	5,0007	25,44	34,22	26,03	0,5804	11,38
	70%	5,0006	29,61	38,23	29,63	0,0163	11,38
	96%	5,0008	27,68	35,67	27,69	0,0024	11,38
Pasaje Norte	H <sub>2</sub> O	5,0002	70,92	80,61	71,79	0,8690	10,96
	30%	5,0001	56,77	63,25	57,61	0,8316	10,96
	50%	5,0003	48,98	58,02	49,47	0,4855	10,96
	70%	5,0003	39,20	47,95	39,21	0,0079	10,96
	96%	5,0003	48,95	56,96	48,96	0,0003	10,96

# ANEXO 9

## CONSTANCIAS DE IDENTIFICACIÓN DE LA ESPECIE DE ESTUDIO



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES: FAX: 349-2041, TEF: 349-5647 / 349-5669, Anexo .203 / 244, APDO. 12-056 LA MOLINA LIMA PERU



### CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA

A solicitud de la Srta. Katia Beatriz Herz Castro se proporciona la identidad del espécimen indicado, el cual se halla depositado en el Herbario Forestal (MOL), con la sigla consignada.

Zona de colección: Santuario Histórico Pomac. Prov. Ferreñafe. Dpto. Lambayeque

SIGLA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA
001-KH	<i>Capparis scabrada</i> H.B.K.	Sapote	CAPPARACEAE

Determinador :

  
**Carlos Reynel Rodríguez Ph. D.**  
Profesor Pincipal Dpto. Manejo Forestal  
Director del Laboratorio de Dendrología  
Y Herbario Forestal UNALM (MOL)



La Molina, 24 de Octubre, 2006

\* ROGAMOS A LOS USUARIOS DE LOS SERVICIOS DEL HERBARIO FORESTAL (MOL) TENER ESPECIAL CUIDADO EN TRANSCRIBIR CORRECTAMENTE LOS NOMBRES PROPORCIONADOS



## UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES: FAX: 349-2041, TEF: 349-5647 / 349-5669, Anexo .203 / 244, APDO. 12-056 LA MOLINA LIMA PERU



### CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA

A solicitud de la Srta. Katia Beatriz Herz Castro se proporciona la identidad del espécimen indicado, el cual se halla depositado en el Herbario Forestal (MOL), con la sigla consignada.

Zona de colección : Caserío de San Cristóbal Chico y Caserío de Pasaje Norte  
Distrito : Olmos  
Provincia : Lambayeque  
Departamento : Lambayeque

SIGLA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA
001-KH	<i>Capparis scabrida</i> H.B.K.	Sapote	CAPPARACEAE



Determinador :

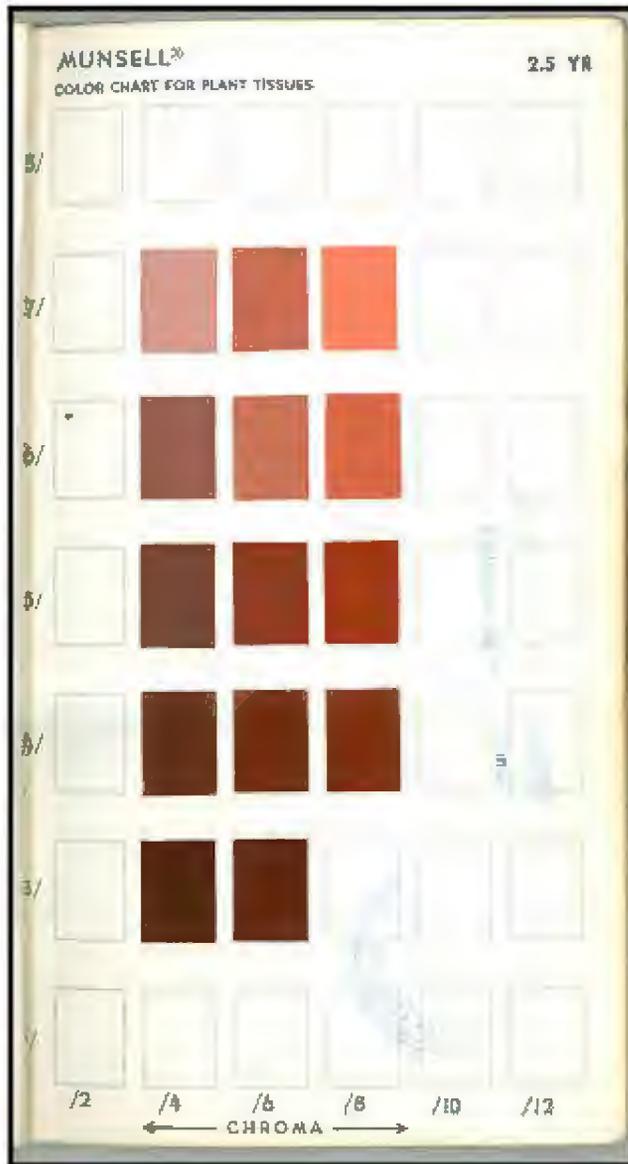
**Carlos Reynel Rodríguez Ph. D.**  
Profesor Principal Dpto. Manejo Forestal  
Director del Laboratorio de Dendrología  
Y Herbario Forestal UNALM (MOL)

La Molina, 23 de Mayo 2007

\* ROGAMOS A LOS USUARIOS DE LOS SERVICIOS DEL HERBARIO FORESTAL (MOL) TENER ESPECIAL CUIDADO EN TRANSCRIBIR CORRECTAMENTE LOS NOMBRES PROPORCIONADOS

# ANEXO 10

## HOJAS DE LA TABLA MUNSELL UTILIZADAS PARA CLASIFICAR LAS GOMAS SEGÚN COLOR



MUNSELL®  
COLOR CHART FOR PLANT TISSUES

S R



MUNSELL\*

COLOR CHART FOR PLANT TISSUES

10 R



# ANEXO 11

## RESULTADOS DEL EXAMEN CROMATOGRÁFICO PARA DETERMINAR LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA GOMA



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y TEXTIL**  
**LABORATORIO N° 21 – INVESTIGACIÓN Y QUÍMICA APLICADA**

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 Perú – Apto. 1301, Teléfono 481-0662, Telefax 481-7919  
E-mail: laboratorio21figt@gmail.com

### INFORME DE ENSAYO N ° 069-LAB.21-07

SOLICITANTE : KATIA HERZ CASTRO  
MUESTRA : GOMA DE SAPOTE PROCEDENTE DEL BOSQUE  
DE POMAC Y EL DISTRITO DE OLMOS  
ZONA 1  
ZONA 2  
ENSAYO : Muestras identificadas y proporcionadas por el solicitante  
ANÁLISIS QUÍMICO  
FECHA : 04-06-07

### REPORTE DE RESULTADOS

Composición:	ZONA 1	ZONA 2
CARBOHIDRATOS, %	83,52	83,17
ARABINOSA, %	19,90	15,70
GALACTOSA, %	61,60	65,30
RAMOSA, %	2,06	2,10

Nota:  
Se uso metodología interna con uso de la cromatografía.

Sin otro particular, quedamos de ustedes,

Atentamente,



ING. CESAR JAVIER OSÓRIO CARRERA  
Jefe (e) del LAB. N° 21

# ANEXO 12

## INFORME DE DETERMINACIÓN DE ROTACIÓN ÓPTICA DE LA GOMA DE SAPOTE (*CAPPARIS SCABRIDA*)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE CIENCIAS

► FÍSICA  
► MATEMÁTICA  
► QUÍMICA  
► INGENIERÍA FÍSICA

### INFORME TÉCNICO N° 0601 -07 LAB 12 -FC -UNI

#### 1. DATOS GENERALES DE LA ENTIDAD SOLICITANTE

- 1.1 ENTIDAD SOLICITANTE : KATIA HERTZ  
1.2 FINALIDAD DEL INFORME TÉCNICO : DETERMINACION DE LA ROTACION OPTICA DE MUESTRAS DE GOMA ZAPOTE  
1.3 TELÉFONO : 95500852  
1.4 FECHA DE EMISION : 15/05/2007

#### 2. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA

- 2.1 IDENTIFICACION DE LA MUESTRA : 02 MUESTRAS:  
- GOMA ZAPOTE I  
- GOMA ZAPOTE II

3. LUGAR DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: LABORATORIO N°12 DE LA FACULTAD DE CIENCIAS.

#### 4. CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura = 23 °C, Humedad relativa = 74 %

#### 5. METODO UTILIZADO:

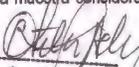
Determinación de la rotación óptica con Kart Zeiss 103176

#### 6. RESULTADOS

MUESTRA	RESULTADOS (Rotación óptica)
Goma zapote I (muestra pura)	+ 1°
Goma zapote II (muestra pura)	+ 1°

#### 7. VALIDEZ DEL INFORME TECNICO

Los resultados son validos solo para la muestra considerada en los items N° 01 y 02 del presente informe técnico.

  
Otilia Acha de la Cruz  
MAGISTER EN QUIMICA  
C. Q. P. 202



  
M.Sc. Otilia Acha de la Cruz  
Responsable del Análisis  
Celular: 9904-7215  
Lab N°12 – Pab C de Ing. Química  
Telefax Directo: 3820500

El laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni la procedencia de la muestra.

# ANEXO 13

## NORMA LEGAL QUE ESTABLECE EL LISTADO DE ESPECIES EN PELIGRO DE EXTINCIÓN

El Peruano Jueves 13 de julio de 2006	NORMAS LEGALES	323527
<p data-bbox="357 514 549 535" style="text-align: center;"><b>AGRICULTURA</b></p> <p data-bbox="242 546 671 598"><b>Aprueban Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre</b></p> <p data-bbox="364 598 549 640" style="text-align: center;"><b>DECRETO SUPREMO Nº 043-2006-AG</b></p> <p data-bbox="264 640 564 661" style="text-align: center;">EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA</p> <p data-bbox="264 672 421 693">CONSIDERANDO:</p> <p data-bbox="235 703 671 892">Que, el Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD) suscrito por el Perú el 12 de junio de 1992 y aprobado por Resolución Legislativa Nº 26181, de fecha 12 de mayo de 1993, es el primer acuerdo mundial integral que aborda todos los aspectos de la diversidad biológica: recursos genéticos, especies y ecosistemas, los mismos que se expresan en sus tres objetivos: La Conservación de la diversidad biológica; el uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica; y, el reparto justo y equitativo en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos;</p> <p data-bbox="235 892 671 976">Que, el inciso k) del Artículo 8º del mencionado Convenio establece que cada Parte Contratante establecerá o mantendrá la legislación necesaria y/u otras disposiciones de reglamentación para la protección de especies y poblaciones amenazadas;</p> <p data-bbox="235 976 671 1123">Que, se encuentra previsto en el literal a) del Artículo 3º y el Artículo 4º de la Ley Nº 26839, Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica, que el Estado es soberano en la adopción de medidas para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica, lo que implica conservar la diversidad de ecosistemas, especies y genes, así como mantener los procesos ecológicos esenciales de los que dependen la supervivencia de las especies;</p> <p data-bbox="235 1123 671 1218">Que, el Artículo 12º de la Ley Nº 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales, establece que la protección de recursos vivos en peligro de extinción que no se encuentren dentro de Áreas Naturales Protegidas se norma en leyes especiales;</p> <p data-bbox="235 1218 671 1365">Que, la Estrategia Nacional de Diversidad Biológica aprobada mediante Decreto Supremo Nº 102-2001-PCM tiene como objetivo estratégico 1.1 identificar y priorizar los componentes de la Diversidad Biológica y de los procesos que la amenazan, estableciendo entre sus acciones el clasificar y agrupar los componentes de la Diversidad Biológica de acuerdo a las siguientes categorías: los que deben ser conservados; los que requieren atención prioritaria; y, los que están amenazados;</p> <p data-bbox="235 1365 671 1459">Que, de conformidad con el Artículo 274º del Reglamento de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, aprobado por Decreto Supremo Nº 014-2001-AG, el listado de especies categorizadas de flora y fauna silvestre de acuerdo al grado de amenaza es actualizado cada dos años;</p> <p data-bbox="235 1459 671 1606">Que, la Lista Roja de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre elaborada por la Unión Mundial para la Conservación - IUCN, es el inventario más completo del estado de conservación de las especies de animales y plantas a nivel mundial, que por su fuerte base científica es reconocida internacionalmente. Asimismo, utiliza un conjunto de criterios relevantes para todas las especies y todas las regiones del mundo, para evaluar el riesgo de extinción de miles de especies y subespecies;</p> <p data-bbox="235 1606 671 1764">Que, la elaboración de la clasificación oficial de especies amenazadas de flora silvestre en el Perú, es el resultado de un proceso abierto y participativo a nivel nacional, que tiene como base los criterios y categorías de la IUCN, dentro de la cual se encuentran las principales categorías de amenaza: <b>Peligro Crítico (CR)</b>: Cuando la mejor evidencia disponible acerca de un taxón indica una reducción de sus poblaciones, su distribución geográfica se encuentra limitada (menos de 100 km<sup>2</sup>), el tamaño</p>	<p data-bbox="678 493 1106 871">de su población es menos de 250 individuos maduros y el análisis cuantitativo muestra que la probabilidad de extinción en estado silvestre es por lo menos el 50% dentro de 10 años o tres generaciones; <b>En Peligro (EN)</b>: Cuando la mejor evidencia disponible acerca de un taxón indica que existe una reducción de sus poblaciones, su distribución geográfica se encuentra limitada (menos de 5 000 km<sup>2</sup>), el tamaño de la población estimada en menos de 2 500 individuos maduros y el análisis cuantitativo muestra que la probabilidad de extinción en estado silvestre es de por lo menos el 20% en 20 años o cinco generaciones; <b>Vulnerable (VU)</b>: Cuando la mejor evidencia disponible acerca de un taxón indica que existe una reducción de sus poblaciones, su distribución geográfica se encuentra limitada (menos de 20 000 km<sup>2</sup>), el tamaño de la población estimada es menos de 10 000 individuos y el análisis cuantitativo muestra que la probabilidad de extinción en estado silvestre es de por lo menos 10% dentro de 100 años; y <b>Casi Amenazado (NT)</b>: Cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente, los criterios para <b>En Peligro Crítico</b>, <b>En Peligro</b> o <b>Vulnerable</b>; pero está próximo a satisfacer dichos criterios, o posiblemente los satisfaga, en un futuro cercano;</p> <p data-bbox="678 871 1106 1039">Que, de conformidad con el segundo párrafo del Artículo 279º del Reglamento de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, aprobado por Decreto Supremo Nº 014-2001-AG, la comercialización de aquellas especies ornamentales clasificadas bajo alguna categoría de amenaza, sólo procede para aquellos ejemplares provenientes de centros de producción (laboratorios de cultivo in vitro y/o viveros) debidamente registrados en el INRENA y que cuenten con un Plan Anual de Propagación aprobado por este;</p> <p data-bbox="678 1039 1106 1165">Que, el Reglamento de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Recursos Naturales-INRENA, aprobado por Decreto Supremo Nº 002-2003-AG, establece como función de la Dirección de Conservación de Biodiversidad de la Intendencia Forestal y de Fauna Silvestre, elaborar y mantener actualizada la clasificación de especies amenazadas de la flora y fauna silvestre;</p> <p data-bbox="678 1165 1106 1333">Que, los Informes Nº 281-2003-INRENA-IFFS-DCB del 20 de noviembre del 2003, Nº 090-2004-INRENA-IFFS-DCB del 25 de marzo del 2004, y el Nº 428-2005-INRENA-IFFS/DCB del 14 de Octubre del 2005, emitidos por la Dirección de Conservación de la Biodiversidad de la Intendencia Forestal y de Fauna Silvestre del Instituto Nacional de Recursos Naturales, en relación a la propuesta de categorización de especies amenazadas de flora silvestre, en los cuales se recomendó aprobar la clasificación oficial de dichas especies;</p> <p data-bbox="678 1333 1106 1480">Que, asimismo se encuentra dispuesto en el Artículo 280º del acotado Reglamento, que procede la exportación de aquellas especies ornamentales clasificadas bajo alguna categoría de amenaza, en el caso de los cactus, para aquellos ejemplares propagados vegetativamente o por medio de cultivo in vitro; y en el caso de bromelias y orquídeas, si provienen de cultivo in vitro, a excepción las flores cortadas y plántulas de orquídeas en frasco provenientes de centros de producción debidamente registrados;</p> <p data-bbox="678 1480 1106 1669">Que, siendo la familia Orchidaceae la más diversa de todas las familias de plantas vasculares, estimándose que el Perú posee entre 10-15% del total mundial de especies (aproximadamente 2000 a 3000 especies), y que asimismo, la familia Cactaceae en el Perú comprende alrededor de 250 especies, de las cuales, casi el 80 % son endémicas, y cuyas poblaciones se encuentran amenazadas principalmente por fragmentación de sus hábitats y extracción ilícita de especies silvestres destinadas para el comercio, por lo que resulta necesario aprobar un anexo específico para la categorización de estas especies;</p> <p data-bbox="678 1669 1106 1764">Que, la Tercera Disposición Complementaria Final de la Ley Nº 27308, Ley Forestal y de Fauna Silvestre, establece que a partir del año 2006 sólo procederá la comercialización interna y externa de productos forestales provenientes de los bosques manejados</p>	

debidamente acreditados por el Ministerio de Agricultura. Agrega que sólo se podrán exportar productos forestales con valor agregado;

Que, de conformidad con el Artículo 4º del Decreto Ley N° 25629, las disposiciones por medio de las cuales se establezcan trámites o requisitos o que afecten de alguna manera la libre comercialización interna o la exportación o importación de bienes o servicios, podrán aprobarse únicamente por Decreto Supremo refrendado por el Ministro de Economía y Finanzas y por el Sector involucrado;

Que, el Artículo 3º del Decreto Supremo N° 058-2005-EF, establece la competencia del Ministerio de Economía y Finanzas en relación con los trámites o requisitos que afecten la libre comercialización interna o la exportación o importación;

Que, en el marco técnico legal descrito es necesario aprobar la categorización de especies amenazadas de flora silvestre, a fin de establecer las prohibiciones y autorizaciones de las mismas con fines comerciales, así como el organismo encargado del cumplimiento de la presente norma;

En uso de las atribuciones previstas en el numeral 8) del Artículo 118º de la Constitución Política del Perú;

**DECRETA:**

**Artículo 1º.- Aprobación de la Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre**

Apruébese la categorización de especies amenazadas de flora silvestre, que consta de setecientos setenta y siete (777) especies, de las cuales cuatrocientas cuatro (404) corresponden a las órdenes Pteridofitas, Gimnospermas y Angiospermas, trescientos treinta y dos (332) especies pertenecen a la familia Orchidaceae; y cuarenta y uno (41) especies pertenecen a la familia Cactaceae, distribuidas indistintamente en las siguientes categorías: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (VU) y Casi Amenazado (NT), de acuerdo a los Anexos 1 y 2 que forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

**Artículo 2º.- De las Prohibiciones con fines Comerciales**

Prohíbese la extracción, colecta, tenencia, transporte, y exportación de todos los especímenes, productos y subproductos de las especies amenazadas de flora silvestre detalladas en los Anexos integrantes del presente Decreto Supremo, exceptuándose las procedentes de planes de manejo in situ o ex situ aprobados por el INRENA o los de uso de subsistencia de comunidades nativas y campesinas.

**Artículo 3º.- De la Promoción con fines de Investigación Científica**

Promuévase e incentívese, a través del INRENA, estudios científicos de las especies de flora categorizadas como amenazadas, En Peligro Crítico (CR) y En Peligro (EN).

**Artículo 4º.- Del Comercio de Especies Ornamentales**

Los especímenes de especies ornamentales clasificadas como amenazadas son autorizados para comercializar si proceden de reproducción artificial (vegetativa y/o in vitro, según corresponda) y que cuenten previamente con un Plan de Propagación aprobado por el INRENA, a través de la Dirección de Conservación de la Biodiversidad de la Intendencia Forestal y de Fauna Silvestre.

La exportación de especies ornamentales clasificadas como amenazadas, procede en el caso de los cactus, para aquellos ejemplares propagados vegetativamente o por medio de cultivo in vitro; y en el caso de bromelias y orquídeas, si provienen de cultivo in vitro, a excepción de flores cortadas y plántulas de orquídeas en frasco provenientes de centros de producción (viveros y/o laboratorios) debidamente registrados ante el INRENA.

**Artículo 5º.- De la Promoción y Establecimiento de Viveros, Jardines u Otros**

La promoción del establecimiento y desarrollo de viveros, jardines botánicos y/o arboretums a nivel Nacional, para las especies categorizadas como amenazadas por el presente Decreto Supremo, estará a cargo del INRENA.

**Artículo 6º.- De la Derogación de los Dispositivos Legales que se opongan**

Deróguese todas las disposiciones que se opongan a la presente norma legal.

**Artículo 7º.- Del refrendo del presente Decreto Supremo**

El presente Decreto Supremo será refrendado por los Ministros de Agricultura y Economía y Finanzas; y entrará en vigencia a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los seis días del mes de julio del año dos mil seis.

ALEJANDRO TOLEDO

Presidente Constitucional de la República

MANUEL MANRIQUE UGARTE

Ministro de Agricultura

FERNANDO ZAVALA LOMBARDI

Ministro de Economía y Finanzas

**Clasificación Oficial de Especies Amenazadas de Flora Silvestre**

**Anexo 1**

**EN PELIGRO CRITICO (CR)**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
1. ACANTHACEAE	<i>Aphelandra cusconensis</i> Wassehausen	
2. ACANTHACEAE	<i>Aphelandra lamosa</i> (Humboldt & Bonpland) Ness	
3. ACANTHACEAE	<i>Aphelandra wurdackii</i> Wassh	
4. ACANTHACEAE	<i>Tetramorium sagastoganum</i> T.F. Daniel	
5. AMARYLLIDACEAE	<i>Puccara leucantha</i> Ravenna	
6. AMARYLLIDACEAE	<i>Rauhia decora</i> Ravenna	
7. AMARYLLIDACEAE	<i>Rauhia multiflora</i> (Kunth) Ravenna	
8. AMARYLLIDACEAE	<i>Rauhia staminea</i> Ravenna	
9. ANACARDIACEAE	<i>Haplophragma peruviana</i> Engelm.	ccasi, molle macho
10. ANACARDIACEAE	<i>Loxopterygium huasango</i> Spruce ex Engelm.	huastaco, huasango
11. APIACEAE	<i>Domayrica amplexicaulis</i> (H.Wolf) Mathias & Constance	
12. ARALIACEAE	<i>Aralia soratensis</i> Marchal	q'ollo ptuti
13. ARECACEAE	<i>Ceroxylon parvifrons</i> (Engelm.) H.Wendl	
14. ARECACEAE	<i>Ceroxylon weberbaueri</i> Burret	
15. ASTERACEAE	<i>Ambrosia dentata</i> (Cabrera) Dillon	
16. ASTERACEAE	<i>Ambrosia panicata</i> Payne	
17. ASTERACEAE	<i>Amalioa macbrideana</i> Ferreyra	
18. ASTERACEAE	<i>Amalioa weberbaueri</i> (Muench.) Ferreyra	
19. ASTERACEAE	<i>Ascidogyne wurdackii</i> Cuatrec.	
20. ASTERACEAE	<i>Aspidogyne sanchezvegasii</i> Cabrera	
21. ASTERACEAE	<i>Bischofenanthus soliceps</i> H. Rob.	
22. ASTERACEAE	<i>Caxamarca sanchezii</i> M.O. Dillon & Sagast.	
23. ASTERACEAE	<i>Chersodoma araucupensis</i> (Cuatrec.) Cuatrec.	
24. ASTERACEAE	<i>Chucos bicoloris</i> Cabrera	
25. ASTERACEAE	<i>Dasyphyllum brevispinum</i> Sagast. & Dillon	
26. ASTERACEAE	<i>Dyscodia topez-mirandae</i> Cabrera	
27. ASTERACEAE	<i>Ferreyria cuatrecasana</i> R.M. King & H. Rob.	
28. ASTERACEAE	<i>Ferreyria peruviana</i> S.F. Blake	
29. ASTERACEAE	<i>Furcraea laurifolia</i> (Humb. & Bonpl.) Poir. Ex Less.	
30. ASTERACEAE	<i>Gynoxys difformis</i> Sagast. & Dillon	
31. ASTERACEAE	<i>Hologynis hutchinsonii</i> R.M. King & H. Rob.	
32. ASTERACEAE	<i>Mitlaria bicoloris</i> B. Robinson	
33. ASTERACEAE	<i>Onoseris chrysanthoides</i> Sagast. & Dillon	
34. ASTERACEAE	<i>Pentacalia munezii</i> H. Rob. & Cuatrec.	
35. ASTERACEAE	<i>Senecio calcicola</i> Meyen & Walp.	
36. ASTERACEAE	<i>Senecio chachaniensis</i> Cuatrec.	
37. ASTERACEAE	<i>Senecio molleandensis</i> Cabrera	
38. ASTERACEAE	<i>Senecio okopantis</i> Cabrera	
39. ASTERACEAE	<i>Senecio smithianus</i> Cabrera	
40. ASTERACEAE	<i>Senecio yarensis</i> Rusby	
41. ASTERACEAE	<i>Smilacifolium glabratum</i> (D.C.) H. Rob.	
42. ASTERACEAE	<i>Bischofenanthus soliceps</i> H. Rob.	
43. BATTIACEAE	<i>Batis maritima</i> L.	
44. BUDDLEJACEAE	<i>Buddleja bullata</i> Kunth	q'ollo
45. BUDDLEJACEAE	<i>Buddleja coriacea</i> Reimy	quichuaytis, kishuar, q'ollo, salitrín
46. BUDDLEJACEAE	<i>Buddleja incana</i> R. & P.	Kishuar, coño
47. BUDDLEJACEAE	<i>Buddleja longiloba</i> H. B. K.	Kishuar
48. BUDDLEJACEAE	<i>Buddleja montana</i> Britton	kishuar
49. BURSERACEAE	<i>Bursaria graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	pelo santo, huandior
50. CAPPARACEAE	<i>Capparis eucalyptifolia</i> Haught.	
51. CAPPARACEAE	<i>Capparis scabrida</i> Kunth	sapota
52. CARICACEAE	<i>Carica candicans</i> Gray	milo
53. CARICACEAE	<i>Carica quercuifolia</i> (A. St. Hil.) Hieron.	calascha
54. CARICACEAE	<i>Carica sigulata</i> V.M. Badillo	
55. CUNONIACEAE	<i>Weinmannia piurensis</i> O. Schmidt	
56. EPHEDRACEAE	<i>Ephedra brevis</i> Philippi	pinco-pinco
57. EPHEDRACEAE	<i>Ephedra ruscifolia</i> Benth.	pinco-pinco
58. EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia apurimacensis</i> Croizat	
59. FABACEAE	<i>Myracylon peruvianum</i> L.f.	bélsamo
60. FABACEAE	<i>Otholobium medicatum</i> (L.f.) J.W. Grimes	
61. FABACEAE	<i>Otholobium munyensis</i> (J.F. Macbride) J.W. Grimes	
62. FABACEAE	<i>Weberbauerella brognardoides</i> Urbich	
63. FABACEAE	<i>Weberbauerella raicondani</i> Ferreyra	
64. GENTIANACEAE	<i>Gentiana albiflora</i> (Gill) Fabris	hercampuri
65. LYTHRACEAE	<i>Lourteilla resinosa</i> Graham, Bass & Tobe	
66. LYTHRACEAE	<i>Poenia acuminata</i> Laloensis	
67. MALVACEAE	<i>Abutilon piurensis</i> Urbich	
68. MALVACEAE	<i>Gossypium raicondani</i> Urbich	algodón silvestre
69. MALVACEAE	<i>Nolotriche artemisoides</i> Hill	
70. MALVACEAE	<i>Nolotriche longiloba</i> Burt. & Hill	
71. MALVACEAE	<i>Nolotriche Ippazii</i> Krapovickas	

# ANEXO 14

## NORMA TÉCNICA UTILIZADA PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA TÉCNICA NACIONAL	Método de determinación del contenido de humedad .	ITINTEC 251.010 Enero , 1980
<b>1. NORMAS A CONSULTAR</b>		P <sub>3</sub> >
ITINTEC 251.008	Selección y colección de muestras .	
ITINTEC 251.009	Acondicionamiento de las maderas destinadas a los ensayos físicos y mecánicos .	
ITINTEC 251.001	Maderas. Glosario de maderas .	
<b>2. OBJETO</b>		
2.1 La presente Norma establece los métodos de ensayo para determinar la humedad, el gradiente y la humedad promedio en maderas, con o sin contenido volátiles, en muestras destinadas a los ensayos en laboratorios .		
2.2 Los métodos de ensayo se utilizarán en los siguientes casos :		
2.2.1 <u>Método de secado en estufa</u> , para emplear en todos los casos en que la madera no tenga sustancias volátiles .		
2.2.2 <u>Método de extracción con disolventes</u> , para emplear exclusivamente en la madera que contenga sustancias volátiles .		
<b>3. DEFINICIONES</b>		
3.1 Además de las definiciones indicadas en la Norma ITINTEC 251.001 se establece lo siguiente :		
3.1.1 <u>Contenido de humedad promedio</u> .- Es la cifra que expresa el valor promedio de los contenidos de humedad de una pieza de madera .		
<b>4. REFERENCIAS</b>		
4.1 Para la selección y acondicionamiento de las muestras se tomará en cuenta el método descrito en las Normas Técnicas ITINTEC 251.008 y 251.009.		
<b>5. MÉTODOS DE ENSAYO</b>		
5.1 <u>Preparación de las probetas para la determinación del contenido de humedad</u>		
5.1.1 Las probetas deben ser representativas del lote. Siempre que una Norma particular para un tipo de madera no lo especifique, las probetas serán de una sección transversal completa y no menores de 25 mm a lo largo del grano; pero en todos los casos el volumen de la probeta será 33 cm <sup>3</sup> como mínimo.		
RESOLUCION DIRECTORIAL N° 005-80-ITINTEC-DG/DN, 30/01/16		7 Páginas
C.D.U. 634.0	REPRODUCCION PROHIBIDA	

INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TÉCNICAS - ITINTEC - LIMA, PERÚ

## ANEXO 25

### NORMA TÉCNICA PARA LA DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS

#### 44.1.06

#### AOAC Official Method 920.176 Nitrogen in Sugars and Sirups

##### Kjeldahl Method

##### Final Action

(*Caution: See Appendix B, safety notes on use of mercury and handling of acids and alkalies.*)

Place 5 g sample in digestion flask. Add 0.7 g HgO or 0.65 g metallic Hg, 15 g powdered K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> or anhydrous Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, and 25 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Use larger volume of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> if necessary for complete digestion. Place flask in inclined position and heat gently until frothing ceases (if necessary, add small amount of paraffin to reduce frothing); boil briskly until solution clears and then ≥30 min longer (2 h for samples containing organic material).

Cool, add ca 200 mL H<sub>2</sub>O, cool <25°, add 25 mL of the sulfide or thiosulfate solution, and mix to precipitate Hg. Add few Zn granules to prevent bumping, tilt flask, and add layer of NaOH without agitation. (For each 10 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> used, or its equivalent in diluted H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, add 15 g solid NaOH or enough solution to make contents strongly alkaline.) (Thiosulfate or sulfide solution may be mixed with the NaOH solution before addition to flask.) Immediately connect flask to distilling bulb on condenser, and, with tip of

condenser immersed in standard acid and 5–7 drops indicator in receiver, rotate flask to mix contents thoroughly; then heat until all NH<sub>3</sub> has distilled (≥150 mL distillate). Remove receiver, wash tip of condenser, and titrate excess standard acid in distillate with standard NaOH solution. Correct for blank determination on reagents.

$$\% N = [(mL \text{ standard acid} \times \text{normality acid}) - (mL \text{ standard NaOH} \times \text{normality NaOH})] \times 1.4007/g \text{ sample}$$

tubing passes through tank walls. Connect to reflux condenser and fill with H<sub>2</sub>O. Keep H<sub>2</sub>O boiling with two 750 watt thermostatically controlled hot plates. Use Tygon for inlet leads to reservoirs of H<sub>2</sub>O, acid, and alkali; use gum rubber tubing for outlets. Capacity of preheater is adequate for 60 analyses in 8 h.

#### D. Preparation of Sample

Reduce sample (riffle is suitable) to 100 g and place portion in sealed container for H<sub>2</sub>O determination. Immediately determine H<sub>2</sub>O. Grind remainder to uniform fineness. (Weber mill [Sargent-Welch Scientific Co. S-60870] with screen 0.033–0.040" [No. 18 or 20], Micro mill [Hosokawa Micron Powder Systems, Inc., 10 Chatham Rd, Summit, NJ 07901] with screen 1/25–1/16" [No. 18–No. 12], and Wiley mill with 1 mm [No. 18] screen give comparable fineness.) Since most materials lose moisture during grinding, determine H<sub>2</sub>O on ground sample at same time sample is taken for crude fiber determination.

#### E. Determination

Extract 2 g ground material with ether or petroleum ether (initial boiling temperature, 35–38°; dry-flask end point, 52–60°; ≥95% distilling <54°, and ≤60% distilling <40°; specific gravity at 60°F, 0.630–0.660; evaporation residue ≤0.002% by weight). If fat is <1%, extraction may be omitted. Transfer to 600 mL beaker, avoiding fiber contamination from paper or brush. Add ca 1.5–2.0 g dry weight of prepared ceramic fiber, 200 mL boiling 1.25% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, and 1 drop diluted antifoam. (Excess antifoam may give high results; use only if necessary to control foaming.) Bumping chips or granules may also be added. Place beaker on digestion apparatus with preadjusted hot plate and boil exactly 30 min, rotating beaker periodically to keep solids from adhering to sides. Remove beaker, and filter as in (a) or (b).

(a) *Using Oklahoma filter screen.*—Turn on suction and insert screen (precoated with ceramic fiber if extremely fine materials are analyzed) into beaker, keeping face of screen just under surface of liquid until all liquid is removed. Without breaking suction or raising filter, add 50–75 mL boiling H<sub>2</sub>O. After wash is removed, repeat with three 50 mL washings. (Work rapidly to keep mat from becoming

dry.) Remove filter from beaker and drain all H<sub>2</sub>O from line by raising above trap level. Return mat and residue to beaker by breaking suction and blowing back. Add 200 mL boiling 1.25% NaOH and boil exactly 30 min. Remove beaker, and filter as above. Without breaking suction, wash with 25 mL boiling 1.25% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and three 50 mL portions boiling H<sub>2</sub>O. Drain free of excess H<sub>2</sub>O by raising filter. Lower filter into beaker and wash with 25 mL alcohol. Drain line, break suction, and remove mat by blowing back through filter screen into ashing dish. Proceed as in (c).

(b) *Using California Büchner.*—Filter contents of beaker through Büchner (precoated with ceramic fiber if extremely fine materials are being analyzed), rinse beaker with 50–75 mL boiling H<sub>2</sub>O, and wash through Büchner. Repeat with three 50 mL portions H<sub>2</sub>O, and suck dry. Remove mat and residue by snapping bottom of Büchner against top while covering stem with thumb or forefinger and replace in beaker. Add 200 mL boiling 1.25% NaOH and boil exactly 30 min. Remove beaker, and filter as above. Wash with 25 mL boiling 1.25% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, three 50 mL portions H<sub>2</sub>O, and 25 mL alcohol. Remove mat and residue; transfer to ashing dish.

(c) *Treatment of residue.*—Dry mat and residue 2 h at 130 ± 2°. Cool in desiccator and weigh. Ignite 30 min at 600 ± 15°. Cool in desiccator and reweigh.

$$\begin{aligned} \% \text{ Crude fiber in ground sample} &= C \\ &= (\text{Loss in weight on ignition} - \text{loss in weight} \\ &\quad \text{of ceramic fiber blank}) \times 100/\text{weight sample} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Crude fiber on desired moisture basis} &= C \\ &\times (100 - \% \text{ moisture desired}) / (100 - \% \text{ moisture in ground sample}) \end{aligned}$$

Report results to 0.1%.

References: JAOAC **42**, 222(1959); **43**, 335(1960); **44**, 567(1961); **45**, 578(1962); **65**, 265(1982).

debiendo utilizarse para el corte una sierra muy filosa .

4.1.2 Se eliminarán todas las partículas adheridas a la probeta antes de pesarla la misma .

5.1.3 En el caso de piezas muy grandes (postes, columnas, etc.) podrán utilizarse secciones transversales completas o muestras representativas de la pieza .

5.1.4 Las probetas deberán ser inmediatamente pesadas o en su defecto colocadas en recipientes herméticos adecuados .

## 5.2 Método de secado en estufa

5.2.1 Aparatos .- Para el método de secado en estufa se emplean los siguientes aparatos .

5.2.1.1 Una balanza .- Con la precisión requerida de acuerdo a la finalidad del ensayo calculada de acuerdo a la fórmula indicada (Ver Apéndice).

5.2.1.2 Una estufa eléctrica .- Provista de termorregulador que permita operar a una temperatura de  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  .

5.2.1.3 Un desecador de laboratorio .- Provisto de sustancia higroscópica adecuada .

5.2.2 Procedimiento .- Se pesan las muestras y se colocan en la estufa . Se aplica un calentamiento gradual hasta alcanzar los  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  , dejando las probetas a esta temperatura no menos de 20 h . Se retiran las muestras de la estufa, se dejan enfriar en desecador y se pesan . Se repite el tratamiento hasta peso constante .

5.2.3 Expresión de los resultados .- El contenido de humedad se calcula mediante la ecuación siguiente :

$$\text{CH} = \frac{G - G_1}{G_1} \times 100$$

siendo :

CH es el contenido de humedad, en por ciento  
G es la masa original de la muestra, en gramos  
G<sub>1</sub> es la masa de la muestra anhidra, en gramos

## 5.3 Método de extracción con disolventes

5.3.1 Aparatos .- Para el método de extracción con disolventes se utiliza un aparato con uniones esmeriladas, constituido por los siguientes elementos:

5.3.1.1 Un recipiente de destilación , constituido por un balón de vidrio tipo Pyrex , de una capacidad de 250 ml .

5.3.1.2 Un tubo colector , de vidrio tipo Pyrex de acuerdo al diseño que muestra la Figura 1 , con o sin robinete .

5.3.1.3 Un refrigerante a reflujo , de vidrio tipo Pyrex, de acuerdo al diseño de la Figura 2 .

### 5.3.2 Reactivos

5.3.2.1 Tolueno .- Se usa tolueno de pureza grado industrial

5.3.3 Procedimiento .- Se astillan las muestras y se pesan .

5.3.3.1 Se introduce la muestra en el recipiente de destilación, y se mezcla con 100 ml de tolueno, Se arma el aparato y se pone en marcha .

5.3.3.2 Se coloca el aparato sobre la plancha de calentamiento y se regula el calor en forma tal, que el destilado que va condensándose en el refrigerante, caiga dentro del tubo graduado de la trampa .

5.3.3.3 Se continúa la destilación, disminuyendo el calentamiento a medida que progresa el ensayo, hasta el momento que no se perciban gotas de agua en el tubo del refrigerante, ni en el tubo acodado de la trampa. Hacia el final del ensayo, si se observan gotas que permanezcan persistentemente adheridas a las paredes del tubo interior del refrigerante, se debe imprimir mayor velocidad de destilación, incrementando por unos minutos el calentamiento. Se enfría el colector a la temperatura ambiente y se registra el volumen de agua acumulada .

5.3.3.4 Se considera satisfactorio el ensayo cuando las determinaciones por duplicado, no difieran entre sí en más de  $\pm 3\%$  del valor hallado .

5.3.4 Expresión de los resultados .- El contenido de humedad se calcula mediante la fórmula siguiente :

$$CH = \frac{V}{G - V} \times 100$$

siendo :

CH es el contenido en humedad, en por ciento  
G la masa original de la muestra, en gramos  
V es el volumen de agua colectado, en mililitros .

## 6. APENDICE

### 6.1 Cálculo de la precisión requerida en la determinación del contenido de humedad en la madera

Este cálculo se basa en la determinación del error relativo promedio el cual se calcula de acuerdo a la ley acumulativa de los errores relativos que pueden presentarse en la determinación del contenido de humedad :

$$\frac{E_{CH}}{CH} = \pm \sqrt{(E_1)^2 + (E_2)^2 + (E_n)^2}$$

$E_{CH}$  es el error relativo promedio del contenido de humedad

$E_1, E_2, E_n$  son los posibles errores a presentarse

CH es el contenido de humedad

## ANEXO 15

### NORMA TÉCNICA PARA LA DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS

37.1.49

**AOAC Official Method 971.18  
Carbohydrates in Fruit Juices**

**Gas Chromatographic Method**

**First Action 1971**

**Final Action 1980**

**A. Apparatus**

*Gas chromatograph.*—Varian Model 1520 (replaced by Model 3720), with dual column and thermal detectors operated at 250° and 200 ma. GC conditions: 1.8 m × 6 mm (6' × 1/4") stainless steel column packed with 3.8% SE-30 on 60–80 mesh silanized Diatoport S (replaced by Chromosorb W-HP, Analabs, Inc.), programmed at 4°/min from 190 to 275° (for sharper separation of sorbitol and glucose peaks, program at 2°/min until complete invert sugar pattern appears, and then at 4°/min); injector temperature 225°; He gas flow 40 mL/min; sample size and attenuation adjusted to give 50% full scale deflection for fructose peak.

**B. Reagents**

(*Note:* Tri-Sil reagent and pyridine may be harmful. *Caution:* Protect skin and eyes when using. Use effective fume removal device.)

(a) *Neutral lead acetate solution.*—Dissolve 8 g  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  in  $\text{H}_2\text{O}$  and dilute to 100 mL with  $\text{H}_2\text{O}$ .

(b) *Tri-Sil reagent.*—Pyridine solution of trimethylchlorosilane (TMS) and hexamethyldisilazane (10 + 1 + 2) (available as Tri-Sil 48999, Pierce Chemical Co.). Use to prepare TMS derivatives.

**C. Determination**

Place 2.0 mL single-strength fruit juice in 15 mL capped centrifuge tube, add 0.5 mL  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  solution and 10 mL alcohol, mix, and centrifuge. Decant clear supernate into small porcelain dish. Wash residue once with 5 mL 80% alcohol, mix, centrifuge, and add clear supernate to porcelain dish. Evaporate to dryness on steam bath and keep on bath 15 min after apparent dryness. Extract sugars with five 2 mL portions hot pyridine, thoroughly mixing each portion with residue and heating on steam bath during mixing. Filter each hot extract through small glass wool plug into small flask. Cool combined extracts and transfer 0.5 mL to 5 mL vial with Teflon-lined cap. Add few pieces of Drierite to vial; then add 2.0 mL Tri-Sil reagent. Let stand 1 h at 37° and inject volume solution such that fructose peak is ca half scale. (Turbidity in final solution does not affect GC determination.) Compare curve with authentic sample prepared in same way. Order of appearance is fructose,  $\alpha$ -glucose, sorbitol,  $\beta$ -glucose, and sucrose.

Reference: JAOAC 53, 1193(1970).

# ANEXO 16

## NORMA TÉCNICA UTILIZADA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA SOLUBILIDAD EN ETANOL

INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TÉCNICAS (ITINTEC) LIMA PERU	PERU	<u>ACEITES ESENCIALES</u>	ITINTEC
	NORMA TÉCNICA	Determinación de la Solubilidad en Etanol	319.034 Diciembre, 1974
NACIONAL			
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <span>ENORMAS A CONSULTAR</span>  </div>			
ITINTEC	319.075	Aceites Esenciales. Determinación del Índice de Refracción	
ITINTEC	319.077	Aceites Esenciales. Preparación de la Muestra para Análisis	
ITINTEC	319.079	Aceites Esenciales. Extracción de Muestras.	
1.- <u>OBJETO</u>			
1.1 La presente Norma establece el método de determinación de la solubilidad de aceites esenciales en diluciones de etanol.			
2.- <u>DEFINICIONES Y CLASIFICACION</u>			
2.1 <u>Aceite esencial soluble en V o más volúmenes de etanol de graduación dada t.</u> - Es aquel cuya solución clara en V volúmenes de etanol de graduación dada t, permanece igual después de la adición posterior de etanol de la misma concentración, hasta completar un total de 20 volúmenes del etanol empleado.			
2.2 <u>Aceite esencial soluble en V volúmenes de etanol en graduación dada t que se enturbia al diluir.</u> - Es aquel cuya solución clara en V volúmenes de etanol de graduación dada t se enturbia y permanece así después de la adición gradual de etanol de la misma concentración hasta un total de 20 volúmenes del etanol empleado.			
2.3 <u>Aceite Esencial soluble en V volúmenes de etanol de graduación dada t, que se enturbia en V' volúmenes (V' &lt; 20).</u> - Es aquel cuya solución clara en V volúmenes de etanol de graduación dada t se enturbia y permanece así después de la adición gradual de etanol de la misma concentración hasta un total de V' volúmenes del etanol empleado.			

- 2.4 Aceite esencial soluble, con opalescencia. - Es aquel cuya solución alcohólica al ser diluida muestra una tonalidad azul, siendo este color similar al del patrón de opalescencia recientemente preparado de acuerdo con 4.4.2.

### 3.- EXTRACCION DE MUESTRAS Y RECEPCION

- 3.1 Se realizará de acuerdo a lo indicado en la Norma ITINTEC -- 319.079.

### 4.- METODOS DE ENSAYO

#### 4.1 Preparación de la muestra a ensayar

- 4.1.1 Se realiza de acuerdo a lo indicado en la Norma ITINTEC -- 319.077

#### 4.2 Principio del Método

- 4.2.1 A la temperatura de 20°C se adiciona progresivamente, al aceite esencial, una solución acuosa de etanol de concentración adecuada y conocida y se observa el grado de solubilidad.

#### 4.3 Aparatos

- 4.3.1 Bureta de 25 ml ó 50 ml, graduada al 0,1 ml
- 4.3.2 Probeta de 25 ml ó 30 ml de capacidad, con tapa esmerilada.
- 4.3.3 Baño de temperatura constante, que pueda ser mantenido a 20°C  $\pm$  0,2°C
- 4.3.4 Termómetro calibrado, graduado en quintos o décimos de grados Celsius, que permita la determinación de temperaturas entre 10°C y 30°C

#### 4.4 Reactivos

- 4.4.1 Soluciones diluídas de etanol. - Se usá normalmente soluciones de 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90 y 95 % (V/V). Para preparar estas soluciones se debe usar el etanol más pu-

//.ro posible y según las directivas dadas en la Tabla. Se controla su concentración con un alcoholímetro, un densímetro o por medida del índice de refracción.

4.4.2 Solución patrón para opalescencia. - A 50 ml de una solución 0,0002 N de cloruro de sodio, se añade 0,5 ml de solución 0,1 N de nitrato de plata y una gota de ácido nítrico concentrado ( $d_{20} = 1,38$  g/ml). Se agita la solución y se deja en reposo por cinco minutos.

#### 4.5 Procedimiento

- 4.5.1 Se coloca dentro de una probeta (4.3.2) 1 ml de aceite esencial, medido con una pipeta, pesado con una exactitud de  $\pm 5$  mg.
- 4.5.2 Se coloca la probeta y su contenido en el baño de temperatura constante (4.3.3) mantenido a  $20^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ .
- 4.5.3 Usando la bureta (4.3.1), se añade la solución diluida de etanol de concentración conocida (4.4.1) -el cual se debe haber llevado previamente a una temperatura de  $20^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ - en incrementos de 0,1 ml hasta que el aceite se disuelva completamente, agitando frecuente y vigorosamente durante la adición del solvente. Cuando la solución sea perfectamente clara, se anota el volumen de la solución de etanol (4.4.1) añadido.
- 4.5.4 Se continúa añadiendo el solvente en incrementos de 0,5 ml hasta llegar a 20 ml y se sigue agitando después de cada adición. Si la solución se pone turbia u opalescente antes de haber agregado un volumen total de 20 ml de etanol, se anota el volumen en el momento en que aparece la turbidez u opalescencia, y eventualmente el volumen en el cual desaparece (V'').
- 4.5.5 Si no se obtiene una solución clara después de añadir 20 ml de solvente, se repite el procedimiento con la siguiente concentración más alta de la solución de etanol dada en la Tabla.

---

Cuando el estado físico del aceite esencial no permite utilizar una pipeta, se pesa  $1\text{ g} \pm 0,005\text{ g}$  del mismo. En este caso los resultados se deben expresar en peso y volumen.

#### 4.6 Expresión de resultados

##### 4.6.1 Sí:

V es el volumen, en ml, de solución de etanol a la dilución  $t$  necesaria para obtener una solución clara;

V' es el volumen, en ml, de solución de etanol a la dilución  $t$ , que produce turbidez, seguida de claridad, si ello ocurre;

V'' es el volumen, en ml, de solución de etanol a la dilución  $t$ , en el cual desaparece la turbidez.

La solubilidad del aceite esencia en la solución diluída de etanol de concentración  $t$  será: el volumen en  $V$  volúmenes con turbidez entre  $V'$  y  $V''$  volúmenes.

4.6.2 Exactitud de los resultados. - Se expresan los valores  $V$ ,  $V'$  y  $V''$  por números hasta con un decimal. Si la solución no es completamente clara sino sólo opalescente, se anota si la opalescencia es "mayor que", "igual a" ó "menor que" aquella de la solución patrón (4.4.2)

#### 4.7 Informe

4.7.1 El informe del ensayo debe mencionar, además de los resultados, el método empleado, el método de expresión de resultados, cualquier particularidad observada durante las determinaciones y cualquier detalle no señalado en esta Norma o considerada como opcional, pero que pueda haber afectado los resultados.

# ANEXO 17

## NORMA TECNICA UTILIZADA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ROTACIÓN ÓPTICA

CÓDIGO NORMA TÉCNICA NACIONAL	ACEITES ESENCIALES Determinación del Poder Rotatorio Específico y de la Desviación Polarimétrica (°)	TÍTULO 319.076 Diciembre 1974
<u>NORMAS A CONSULTAR</u>		
TÍTULO 319.077 Aceites Esenciales. Preparación de la muestra para Análisis		
1.- <u>OBJETO</u>		
1.1 La presente Norma establece el método de determinación del poder rotatorio específico y de la desviación polarimétrica de los aceites esenciales.		
1.2 La determinación de la desviación polarimétrica se efectúa generalmente sobre el aceite esencial al natural y la determinación del poder rotatorio específico, sobre el aceite esencial diluido en un solvente.		
2.- <u>DEFINICIONES Y CLASIFICACION</u>		
2.1 <u>Desviación polarimétrica de un aceite esencial.</u> - Es el ángulo sobre el cual gira el plano de polarización de la luz cuando pasa a través de cierto espesor de aceite esencial en condiciones determinadas. Por convención en la presente Norma, la desviación polarimétrica es aquella que se mide a través de un espesor de 1 dm, o a través de un espesor diferente convertido a 1 dm, dicha desviación se expresa en grados y minutos, temperatura conocida, generalmente 20°C y en relación a una longitud de onda de luz señalada. Esta dada por la expresión:		
$\alpha_D^{20^\circ C} = \frac{A}{l}$		
<p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>α es el ángulo de rotación observado, expresado en grados</li> <li>l es el espesor de aceite esencial, expresado en decímetros.</li> </ul>		
<p>(*) En esta expresión existe otra equivalente que es la rotación polarimétrica (referencia alcohol). La desviación polarimétrica es, por otra parte, llamada impropriamente "poder rotatorio", expresión que es también utilizada como sinónimo de poder rotatorio específico, lo que da origen a numerosas confusiones.</p>		
<p>R.D. 499 74 FOT. INC-IND/DN del 74-12-30 <span style="float: right;">5 páginas</span></p>		
<p>2.D.0 668.5</p>		

INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TÉCNICAS (INTEC) - BARRIO PENÍ

2.1.1 Para facilitar los cálculos, la desviación polarimétrica y el poder rotatorio específico, puedan expresarse igualmente en grados y en centésimos de grado.

2.2 Poder rotatorio específico de un aceite esencial. - Es igual al ángulo sobre el cual rotaría el plano de polarización de la luz si esta atravesara un espesor de 1 dm de una solución convencional de aceite esencial que contuviera 1 g de sustancia activa por mililitro. Se expresa en grados y minutos, a una temperatura conocida, generalmente 20°C, y en relación a una longitud de onda de luz señalada. Está dado por la expresión:

$$\left[ \alpha \right]_D^{20^\circ} = \frac{A \times V}{l \times p}$$

Donde:

- A es el ángulo de rotación observado, en grados.
- l es el espesor atravesado en decímetros.
- V es el volumen de la solución, en mililitros.
- p es el peso de la sustancia disuelta, en gramos.

### 3.- MÉTODOS DE ENSAYO

#### 3.1 Principio del método

Es la medida de la rotación del plano de polarización de la luz, a una longitud de onda definida, al atravesar un espesor determinado de aceite esencial. La longitud de onda es generalmente aquella correspondiente a la línea D del sodio.

#### 3.2 Aparatos

- 3.2.1 Polarímetro cuya precisión debe ser por lo menos igual a  $\pm 2$  minutos ó  $0,03^\circ$
- 3.2.2 Fuente luminosa: mecanismo que permita la obtención de luz monocromática de una longitud de onda de  $589,3 \text{ nm} \pm 0,3 \text{ nm}$  correspondiendo sensiblemente a la línea D del sodio o de cualquier otra longitud de onda escogida.
- 3.2.3 Tubo de observación de longitud apropiada según la coloración del aceite esencial, por ejemplo:
  - L = 100 mm  $\pm 0,05$  mm para los aceites de coloración mediana.
  - L = 200 mm  $\pm 0,05$  mm para los aceites de coloración débil.
  - L = 50 mm  $\pm 0,05$  mm para los aceites de coloración intensa.

Los tubos de observación deben llevar de preferencia un dispositivo que permita la determinación de la temperatura.

En caso de que la medida deba efectuarse exactamente a 20°C en particular cuando el poder rotatorio específico o la desviación polarimétrica a medir son superiores a 35°C, el polarímetro o los tubos de observación deben estar en lo posible provistos de un sistema termostático, de manera de mantener la sustancia a la temperatura de 20°C  $\pm$  0,1°C durante todo el tiempo de la operación.

- 3.2.4 Termómetro de precisión que permita la lectura de temperaturas cercanas a 20°C o de aquellas indicadas en la Norma del producto.
- 3.2.5 Matrazes aforados de precisión, con capacidad correspondiente a la del tubo de observación utilizado.

### 3.3 Procedimiento

- 3.3.1 Se prepara la muestra a ensayar según la Norma ITINTEC 319 076
- 3.3.2 Se enciende el dispositivo de iluminación y se espera hasta obtener una buena luminosidad. Se regula el polarímetro con el tubo de observación vacío.
- 3.3.3 Para aceites esenciales al natural
  - 3.3.3.1 Se llena el tubo de observación con el aceite esencial que previamente debe haberse llevado a una temperatura de 20°C  $\pm$  1°C ó a otra temperatura especificada.
  - 3.3.3.2 Se debe asegurar que el tubo también esté a la misma temperatura del aceite esencial.
  - 3.3.3.3 Se verifica que no haya dentro del tubo ninguna burbuja de aire.
  - 3.3.3.4 Se coloca el tubo en el polarímetro y se mide la rotación polarimétrica dextrógira o levógira del aceite esencial.
  - 3.3.3.5 Se efectúan varias mediciones y se asegura que los resultados de tres muestras no difieran entre ellas en más de 5 minutos. Se calcula el promedio de estos tres resultados.
- 3.3.4 Para aceites esenciales en solución
  - 3.3.4.1 Se pesa con una precisión de 0,5 mg la cantidad de aceite esencial a analizar.
  - 3.3.4.2 Se coloca en un matraz aforado y se disuelve en el solvente apropiado indicado en la Norma correspondiente.
  - 3.3.4.3 Se coloca el matraz en un baño termostático a 20°C  $\pm$  1°C, se completa a volumen con el solvente y se homogeneiza.

3.3.4.4 Se continúa luego según lo indicado en 3.3.3.2

### 3.4 Expresión de resultados

#### 3.4.1 Para aceites esenciales al natural

3.4.1.1 Sea:

- A el valor del ángulo de rotación expresado en grados y minutos.
- l la longitud del tubo expresado en decímetros
- P el peso del aceite esencial a 20°C, en gramos por mililitro.

3.4.1.1.1 Los datos sobre constantes analíticas de los aceites esenciales, solo indican frecuentemente la densidad relativa  $d_{20}^{20}$ ; es posible en este caso deducir el  $\rho$  con la ayuda de la expresión

$$\rho = 0,99843 \times d_{20}^{20}$$

3.4.1.2 La desviación polarimétrica expresada en grados y minutos está dada por la siguiente fórmula:

$$\alpha_D^{20^\circ\text{C}} = \frac{A}{l}$$

3.4.1.3 El poder rotatorio específico expresado en grados y minutos está dado por la fórmula:

$$\left[ \alpha \right]_D^{20^\circ\text{C}} = \frac{A}{l \times \rho}$$

3.4.1.4 Las desviaciones polarimétricas y los poderes rotatorios específicos dextrógiros o levógiros son afectados respectivamente del signo + y del signo - que preceden al valor numérico. Ejemplo:

$$\alpha_D^{20^\circ\text{C}} = + 73^\circ 45' \quad \text{ó} \quad + 73,75^\circ$$

#### 3.4.2 Para aceites esenciales en solución

3.4.2.1 Sea:

- A el valor del ángulo de rotación, expresado en grados
- l la longitud del tubo, expresado en decímetros.
- V el volumen de la solución, en mililitros.
- P el peso de la sustancia disuelta, en gramos.

3.4.2.2 El poder rotatorio específico, expresado en grados y minutos está dado por la expresión:

$$\left[ \alpha \right]_D^{20^\circ C} = \frac{A \times V}{l \times P}$$

### 3.5 Informe

3.5.1 El informe sobre el ensayo debe mencionar además de los resultados, todas las condiciones del ensayo (en especial la longitud del tubo empleado, el solvente y la concentración del aceite esencial en el solvente), todos los detalles operatorios no previstos en la Norma o facultativos, así como todos los incidentes susceptibles de haber influido sobre los resultados.

## ANEXO 18

### NORMA TECNICA UTILIZADA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD

#### Viscosity of Beer Viscometer Method Final Action

**10.017**

#### *Apparatus*

- (a) *Constant temperature bath.*—Adjusted to  $20.00 \pm 0.05^\circ$ .
- (b) *Viscometer.*—Ostwald or Cannon-Fenske; H<sub>2</sub>O time range 50–150 sec.

**10.018**

#### *Determination*

Prep. sample as in 10.001, ensuring complete decarbonation but avoiding loss of surface active components. Det. sp. gr. as in 10.016. Clean viscometer with chromic acid cleaning soln, rinse with H<sub>2</sub>O, and drain. Attemperate viscometer, H<sub>2</sub>O, and beer to 20° in H<sub>2</sub>O bath. Add appropriate vol. H<sub>2</sub>O (usually 5 or 10 mL) at 20° to viscometer. Using suction, draw H<sub>2</sub>O above upper mark. Let liq. level fall, and start timing with stopwatch as meniscus passes upper mark. Stop timing when meniscus passes lower mark.

ANEXO 19

TABLA UTILIZADA PARA LA LECTURA DE LA VISCOSIDAD

RV		RV		RV		LV		LV		LV		LV									
1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	
5	200	5	800	5	2M	5	4M	5	8M	5	20M	5	80M	3	200	3	1M	3	4M	3	20M
1	100	1	400	1	1M	1	2M	1	4M	1	10M	1	40M	6	100	6	500	6	2M	6	10M
2	50	2	200	2	500	2	1M	2	2M	2	5M	2	20M	1.5	40	1.5	200	1.5	800	1.5	4M
2.5	40	2.5	160	2.5	400	2.5	800	2.5	1.6M	2.5	6M	2.5	16M	3	20	3	100	3	400	3	2M
4	25	4	100	4	250	4	500	4	1M	4	2.5M	4	10M	6	10	6	50	6	200	6	1M
5	20	5	80	5	200	5	400	5	800	5	2M	5	8M	12	5	12	25	12	100	12	500
10	10	10	40	10	100	10	200	10	400	10	1M	10	4M	30	2	30	10	30	40	30	200
20	5	20	20	20	50	20	100	20	200	20	2M	20	2M	60	1	60	5	60	20	60	100
50	2	50	8	50	20	50	40	50	80	50	50	50	800								
100	1	100	4	100	10	100	20	100	40	100	100	100	400								

RV 270° 4 20°

RV 2

HA		HA		HA		HA		HA		HA		HA		HB		HB		HB		HB							
1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7							
5	400	5	1.6M	5	4M	5	8M	5	16M	5	40M	5	160M	5	1.6M	5	6.4M	5	16M	5	32M	5	64M	5	160M	5	640M
1	200	1	800	1	2M	1	4M	1	8M	1	20M	1	80M	1	800	1	3.2M	1	8M	1	16M	1	32M	1	80M	1	320M
2	100	2	400	2	1M	2	2M	2	4M	2	10M	2	40M	2	400	2	1.6M	2	4M	2	8M	2	16M	2	40M	2	160M
2.5	80	2.5	320	2.5	800	2.5	1.6M	2.5	3.2M	2.5	8M	2.5	32M	2.5	320	2.5	1.28M	2.5	3.2M	2.5	6.4M	2.5	12.8M	2.5	32M	2.5	128M
5	40	5	160	5	400	5	800	5	1.6M	5	4M	5	16M	5	160	5	640	5	1.6M	5	3.2M	5	6.4M	5	16M	5	64M
10	20	10	80	10	200	10	400	10	800	10	2M	10	8M	10	80	10	320	10	800	10	1.6M	10	3.2M	10	8M	10	32M
20	10	20	40	20	100	20	200	20	400	20	1M	20	4M	20	40	20	160	20	400	20	800	20	1.6M	20	4M	20	16M
50	4	50	16	50	40	50	80	50	160	50	40	50	1.6M	50	16	50	64	50	160	50	320	50	640	50	1.6M	50	6.4M
100	2	100	8	100	20	100	40	100	80	100	200	100	800	100	8	100	32	100	80	100	160	100	320	100	800	100	3.2M

## ANEXO 20

### NORMA TÉCNICA PARA LA DETERMINACIÓN DEL pH

42.1.04

#### AOAC Official Method 981.12 pH of Acidified Foods

First Action 1981

Final Action 1982

##### A. Principle

pH is measurement of H ion activity and indicates acidity. It may be measured by determining electric potential between glass and reference electrodes, using commercial apparatus standardized against NIST primary standard pH buffers.

##### B. Apparatus and Reagents

(a) *pH meter*.—Commercial instrument with scale graduated in  $\leq 0.1$  pH unit and reproducibility of  $\leq 0.05$  unit. Some instruments permit expansion of any 2 pH unit range to cover entire scale and have accuracy of ca  $\pm 0.01$  pH unit and reproducibility of  $\pm 0.005$  pH unit. Other instruments have digital read-outs with similar capabilities. Operate meter in accordance with manufacturer's instructions. In this method, several procedures for standardization and operation of pH meters and electrodes are outlined. When these procedures differ from manufacturer's instruction, the latter should prevail, except that NIST standard buffers must be used as primary reference. Working buffer standards should be checked at least daily against NIST reference buffers.

(b) *Standard buffer solutions*.—See 964.24 and Table 964.24 (see A.1.04).

(c) *Electrodes*.—Glass membrane indicator electrode and calomel reference electrode (single or combination). Keep calomel electrodes filled with saturated KCl solution because they may be damaged if allowed to dry out. Maintain uniform temperature of ca 25° for electrodes, standard buffer solutions, and samples. Soak new electrodes several hours in distilled or deionized H<sub>2</sub>O before use. Store glass electrode in pH 4 buffer. Store reference electrodes in their own electrolyte filling solution. Store combination electrode in pH 4 buffer with a few drops of saturated KCl solution added. Store electrodes in manner consistent with manufacturer's recommendations if they differ from above. Store electrodes so that junction and hole are covered. Rinse electrodes with next solution to be measured.

If sample material is insufficient, rinse electrodes with distilled or deionized H<sub>2</sub>O. Lag in meter response may indicate aging effects or fouling of electrodes, and cleaning and rejuvenation of electrodes may be necessary. Clean electrodes by placing in 0.1M NaOH solution 1 min and then transferring to 0.1M HCl solution 1 min. Repeat twice, ending with electrodes in acid solution. Rinse electrodes thoroughly with H<sub>2</sub>O before proceeding with standardization. Oil and grease from samples may coat electrodes; therefore, clean electrodes with ethyl ether and restandardize instrument frequently, usually after 1 determination.

#### C. Standardization and Operation of pH Meter

Switch instrument on and let electronic components warm up and stabilize before proceeding.

Standardize specific instrument according to manufacturer's instructions, using NIST SRM buffers. Equilibrate electrodes, buffers, and samples at same temperature (ca 25°) before pH measurements. Set temperature compensator control of instrument at observed temperature. When determining pH of either unknown sample or buffer, gently stir solution before testing.

#### D. Standardization of Analog pH Meter

Note temperature of buffer solution and set temperature compensator control of instrument at observed temperature (ca 25°). Standardize instrument and electrodes with 0.05M acid potassium phthalate buffer solution, 964.24(c) (see A.1.04).

Rinse electrodes with distilled or deionized H<sub>2</sub>O and blot—do not wipe—with soft tissue.

Immerse electrode tips in buffer solution and read pH, letting meter stabilize 1 min. Adjust standardization control so that meter reading corresponds to known pH of buffer (ca 4.0) for ambient temperature. Rinse electrodes with distilled or deionized H<sub>2</sub>O and blot with soft tissue.

Check expanded scale pH meters with pH 4.0 or 7.0 standard buffers. Buffers and instruments can be further checked by comparison with values obtained using another properly standardized instrument.

Check indicating electrodes for proper span by using 2 separate buffers. For example, first standardize electrodes by using pH 7.0 buffer at ca 25°. Adjust standardization control so that meter reads exactly 7.0. Rinse electrodes with H<sub>2</sub>O, blot, and immerse in pH 4.0 buffer. If the electrode fails span test, rejuvenation or electrode replacement may be necessary.

#### E. For Digital pH Meters with Slope Control

Select 2 standard buffer solutions, preferably such that difference in pH levels does not exceed 3 units and such that expected pH of sample to be tested falls within their range, i.e., standard buffer solutions of pH 4.0 and 7.0. For most accurate results, one standard buffer should be chosen with pH at or near pH of solution to be evaluated. Standardize meter first in one pH buffer (i.e., pH 7.0 buffer) with standardized control, and then use slope control to standardize meter in second pH buffer, i.e., pH 4.0 buffer. This procedure establishes the proper instrument response (slope) for particular pH electrode used, and results in more accurate pH reading.

Sometimes difficulty is encountered with drifting of combination electrode. When this occurs, identify and correct source of trouble. Very often, reference electrode junction is responsible.

In case of faulty meter operation, refer to manufacturer's operating manual for proper trouble-shooting techniques.

#### F. Process pH Determination

Obtain sample portions of material for pH determination as follows:

For process liquids, let temperature equilibrate to ca 25°, and determine pH by immersing electrodes in liquid.

Drain solid materials on No. 8 sieve (ss preferred) and blend to workable paste. Let temperature of prepared paste equilibrate to ca 25°, and determine pH.

Where appropriate, mix representative aliquots of liquid and solid materials at same liquid-to-solid ratio as original sample, and blend to workable paste. Let temperature of prepared paste equilibrate to ca 25°, and determine pH.

If pH meter is equipped with temperature compensator, then it may be used in lieu of equilibrating samples to specified temperature, provided it is  $\pm 15^\circ$  of 25° standard temperature.

#### G. Preparation of Samples

(a) *For estimating degree of pH equilibrium or uniformity.*—Use for foods which have not come to pH equilibrium, i.e., production line samples, warehouse samples.

(1) *Liquid and solid component mixtures.*—Drain contents of container 2 min on No. 8 ss sieve inclined at 17–20° angle. Record weights for liquid and solid portions and retain separately. If liquid contains sufficient oil to cause electrode fouling, separate layers in separator and retain aqueous layer. Determine pH of aqueous layer at ca 25°. Remove drained solids from sieve, blend to uniform paste, adjust temperature to ca 25°, and determine pH. Mix aliquots of solid and liquid fractions in same ratio as found in original container, and blend to uniform consistency. Adjust temperature to ca 25°, and determine pH.

(2) *Marinated oil products.*—Separate oil from solid, and blend solid to paste in blender. Add small amount ( $\leq 20$  mL/100 g product) of CO<sub>2</sub>-free H<sub>2</sub>O if necessary. Determine pH by immersing electrodes in prepared paste after adjusting temperature to ca 25°.

(3) *Semi-solid products (puddings, potato salad, etc.).*—Blend to paste, adding 10–20 mL CO<sub>2</sub>-free H<sub>2</sub>O/100 g product if necessary. Adjust temperature of prepared paste to ca 25°, and determine pH.

(4) *Special product mixtures (e.g., antipasto).*—Pour off all oil, blend remaining product to paste, add 10–20 mL CO<sub>2</sub>-free H<sub>2</sub>O/100 g product if necessary, and blend. Adjust temperature of prepared paste to ca 25°, and determine pH.

(b) *For confirming pH equilibrium.*—If product has been stored long enough to attain pH equilibrium, then determine pH on normal containers as follows:

(1) Determine pH on container mixture only, by opening container, inserting electrode(s), and measuring pH.

(2) For products in oil, follow procedures outlined in (a)(2) above to remove oil and obtain accurate pH reading.

#### H. Determination

Adjust sample temperature to ca 25°, and set temperature compensator control to observed temperature. With some expanded scale instruments, sample temperature must be same as temperature of buffer solution used for standardization.

Rinse and blot electrodes. Immerse electrodes in sample and read pH, letting meter stabilize 1 min. Rinse and blot electrodes and repeat on fresh portion of sample.

## *ANEXO 21*

### **NORMA TÉCNICA PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS CENIZAS**

#### **4.1.10**

#### **AOAC Official Method 942.05 Ash of Animal Feed**

##### **.. Final Action**

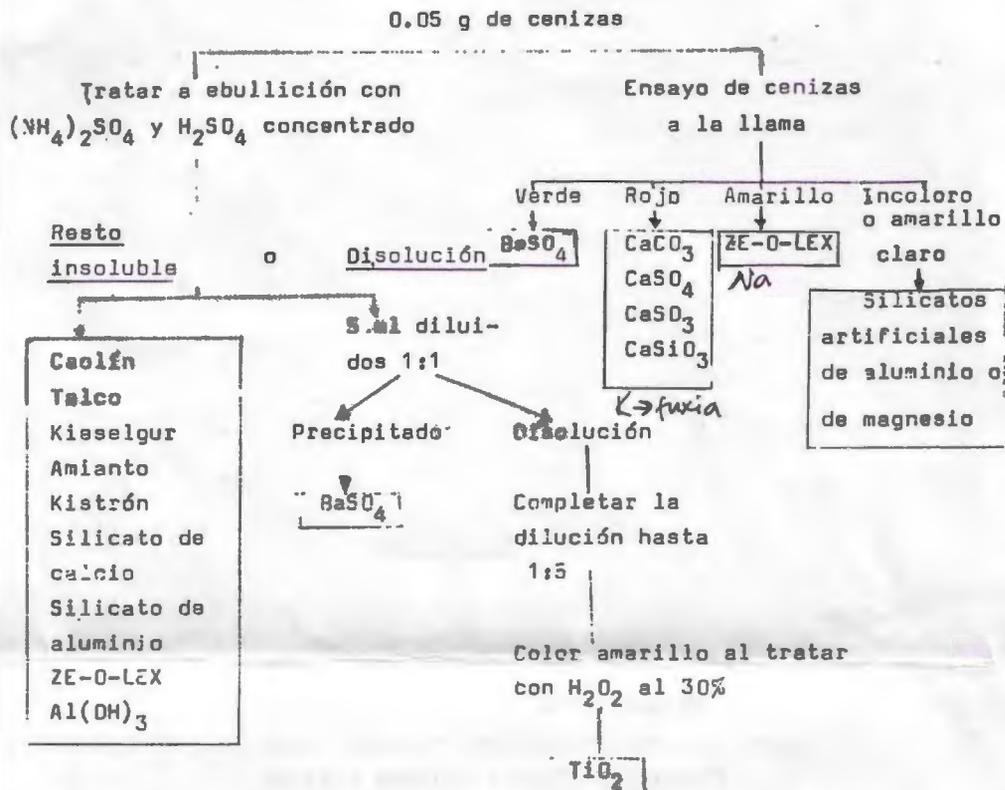
Weigh 2 g sample into porcelain crucible and place in temperature controlled furnace preheated to 600°. Hold at this temperature 2 h. Transfer crucible directly to desiccator, cool, and weigh immediately, reporting % ash to first decimal place.

References: JAOAC 25, 857(1942); 26, 220(1943).

## ANEXO 22

### ESQUEMA DE DETERMINACIÓN DE CATIONES

#### 1.5. Esquema del procedimiento



#### 3.2. Reactivos

- Sulfato de amonio
- Acido sulfúrico concentrado
- $\text{BaCl}_2$  1 N
- $\text{CaCl}_2$  1 N
- $\text{NaCl}$  1 N
- $\text{HCl}$  2 N
- Agua destilada
- $\text{H}_2\text{O}_2$  al 30 %

#### Material necesario

- 1 mechero bunsen
- 1 trípode
- 1 rejilla
- 1 vaso de precipitados de 100 ml
- 1 vidrio de reloj de 6 cm  $\phi$
- 1 hilo de platino con mango de vidrio
- 1 vaso de precipitados de 250 ml
- 1 probeta de 60 ml
- Balanza monoplato
- Balanza analítica
- 1 Erlenmeyer de 100 ml

## ANEXO 23

### NORMA TÉCNICA PARA LA DETERMINACIÓN DEL EXTRACTO ETÉREO

#### AOAC Official Method 920.39 Fat (Crude) or Ether Extract in Animal Feed

##### Final Action

Use method 920.39A or 920.39C for mixed feeds other than (1) baked and/or expanded, (2) dried milk products, or (3) containing urea.

##### A. Indirect Method

Determine moisture as in 934.01 (see 4.1.03) or 920.36★ (see 4.1.05); then extract dried substance as in 920.39C, and dry again. Report loss in weight as ether extract.

##### Direct Method

##### B. Reagent

*Anhydrous ether.*—Wash commercial ether with 2 or 3 portions H<sub>2</sub>O, add solid NaOH or KOH, and let stand until most of H<sub>2</sub>O is abstracted from the ether. Decant into dry bottle, add small pieces of carefully cleaned metallic Na, and let stand until H<sub>2</sub> evolution ceases. Keep ether, thus dehydrated, over metallic Na in loosely stoppered bottles. (*Caution:* See Appendix B, safety notes on sodium metal and diethyl ether.)

##### C. Determination

(Large amounts H<sub>2</sub>O-soluble components such as carbohydrates, urea, lactic acid, glycerol, and others may interfere with extraction of fat; if present, extract 2 g sample on small paper in funnel with five 20 mL portions H<sub>2</sub>O prior to drying for ether extraction. *Caution:* See Appendix B, safety notes on monitoring equipment, distillation, and diethyl ether.)

Extract ca 2 g sample, dried as in 934.01 (see 4.1.03) or 920.36★ (see 4.1.05), with anhydrous ether. Use thimble with porosity permitting rapid passage of ether. Extraction period may vary from 4 h at condensation rate of 5–6 drops/s to 16 h at 2–3 drops/s. Dry extract 30 min at 100°, cool, and weigh.

References: JAOAC 64, 351(1981); 65, 289(1982).

# ANEXO 24

## NORMA TÉCNICA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA FIBRA CRUDA

### Subchapter 6 FIBER

4.6.01

#### AOAC Official Method 962.09 Fiber (Crude) In Animal Feed

##### Ceramic Fiber Filter Method

First Action 1962

Final Action 1971

Revised First Action 1982

##### AOCS-AOAC Method

#### A. Principle

Crude fiber is loss on ignition of dried residue remaining after digestion of sample with 1.25%  $H_2SO_4$  and 1.25% NaOH solutions under specific conditions. Method is applicable to grains, meals, flours, feeds, and fiber-bearing material from which fat can be extracted to leave workable residue.

#### B. Reagents

(a) *Sulfuric acid solution.*— $0.255 \pm 0.005N$ . 1.25 g  $H_2SO_4/100$  mL. Concentration must be checked by titration.

(b) *Sodium hydroxide solution.*— $0.313 \pm 0.005N$ . 1.25 g NaOH/100 mL, free, or nearly so, from  $Na_2CO_3$ . Concentration must be checked by titration.

(c) *Prepared ceramic fiber.*—Place 60 g ceramic fiber (Cerafiber, 8 lb/cu ft, E.J. Bartell Co., 700 Powell Ave, S.W., Renton, WA 98055) in blender, add 800 mL  $H_2O$ , and blend 1 min at low speed.

Determine blank by treating ca 2 g (dry weight) of prepared ceramic fiber with acid and alkali as in determination. Correct crude fiber results for any blank, which should be negligible (ca 2 mg).

(d) *Alcohol.*—95% or reagent alcohol, methanol, or isopropanol.

(e) *Antifoam.*—Dow Corning Corp. Antifoam A compound diluted 1 + 4 with mineral spirits or petroleum ether, or  $H_2O$ -diluted Antifoam B Emulsion (1 + 4). Do not use Antifoam Spray.

(f) *Bumping chips or granules.*—Broken Alundum crucibles or equivalent granules (RR Alundum 90 mesh, Norton Co., 1 New Bond St, Worcester, MA 01606) are satisfactory.

#### C. Apparatus

(a) *Digestion apparatus.*—With condenser to fit 600 mL beaker, and hot plate adjustable to temperature that will bring 200 mL  $H_2O$  at  $25^\circ$  to rolling boil in  $15 \pm 2$  min. (Available from Labconco Corp., 8811 Prospect Ave, Kansas City, MO 64132.)

(b) *Ashing dishes.*—Silica, Vitreosil 70  $\times$  16 mm; or porcelain, Coors Ceramics Co., 600 9th St, Golden, CO 80401, No. 60230, or equivalent.

(c) *Desiccator.*—With efficient desiccant such as 4–8 mesh Drierite ( $CaCl_2$  is not satisfactory).

(d) *Filtering device.*—With No. 200 type 304 or 316 stainless steel screen (W.S. Tyler Inc., 8570 Tyler Blvd., Mentor, OH 44060), easily washed free of digested residue. Either Oklahoma State filter screen (see Figure 962.09A; available from Labconco Corp.) or modified California plastic Büchner (see Figure 962.09B; consists of 2 piece polypropylene plastic funnel manufactured by Nalge Co., 75 Panorama Creek Dr, PO Box 20365, Rochester, NY 14602, Cat. No. 4280-0700, 70 mm [without No. 200 screen], or equivalent [also available from Labconco Corp.]. Seal screen to filtering surface of funnel, using small-tip soldering iron).

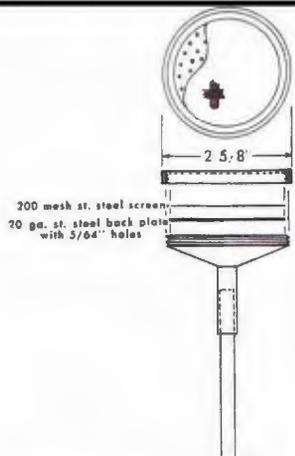


Figure 962.09A—Oklahoma State filter screen

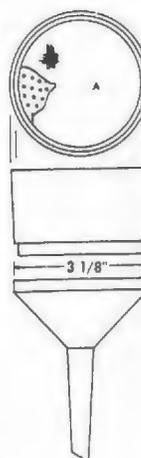


Figure 962.09B—Modified California State Büchner funnel, 2-piece polypropylene plastic, covered with 200-mesh screen, A, heat-sealed to edge of filtering surface

(e) *Suction filter.*—To accommodate filtering devices. Attach suction flask to trap in line with aspirator or other source of vacuum with valve to break vacuum.

(f) *Liquid preheater.*—For preheating  $H_2O$ , 1.25%  $H_2SO_4$ , and 1.25% NaOH solutions to bp of  $H_2O$ . Convenient system, shown in Figure 962.09C, consists of sheet Cu tank with 3 coils of  $3/8$ " (10 mm) od Cu tubing, 12.5' (3.8 m) long. Solder inlets and outlets where