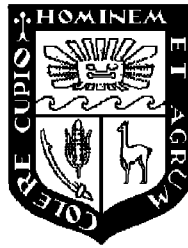


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

*Facultad de Ciencias Forestales*



**Evaluación de taninos y goma del fruto  
de la Tara *Caesalpinia spinosa* (Molina)  
Kuntze provenientes de las lomas de  
Atiquipa, Arequipa - Perú.**

*Tesis para optar el Título de*

**INGENIERO FORESTAL**

**Roberto Anibal Goycochea Ricci**

Lima – Perú

2010

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por el ex-alumno de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. **ROBERTO ANIBAL GOYCOCHEA RICCI**, intitulado “EVALUACIÓN DE TANINOS Y GOMA DEL FRUTO DE LA TARA CAESALPINIA SPINOSA (MOLINA) KUNTZE PROVENIENTES DE LAS LOMAS DE ATIQUIPA, AREQUIPA - PERÚ.”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de .....

En consecuencia queda en condición de ser considerado APTO y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 13 de Marzo de 2009

.....  
Ing. Leonidas Miguel Castro  
Presidente

.....  
Dr. Percy Zevallos Pollito  
Miembro

.....  
Lic. Néstor Gómero Ostos  
Miembro

.....  
Dr. Héctor Enrique Gonzales Mora  
Patrocinador

.....

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en la provincia de Caravelí (Arequipa), específicamente en las lomas de Atiquipa, donde se evaluó el fruto de la tara *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze para la obtención de taninos y goma. Ambos productos fueron evaluados en función a la zona de recolección y tomando en cuenta una variable importante como es el diámetro del árbol. Al mismo tiempo se determinaron las características físico-químicas de la vaina molida (polvo) y goma de la semilla obtenidos y se comparan con las características de algunos polvos de tara y gomas actualmente utilizados en el mercado nacional e internacional con el fin de determinar, el potencial uso de esta especie en distintas industrias. El contenido de taninos de la vaina molida de la tara no se ve influenciado por la clase diamétrica, más si por las zonas de recolección (Bloques), teniendo que los mejores resultados promedio, en cuanto a porcentaje de taninos encontrados, se ubica en la zona de recolección con mayor altitud, obteniéndose en promedio 50,17% de taninos; al mismo tiempo la vaina molida de tara presentó un contenido de humedad promedio de 11,18%; solubles totales promedio de 25,83%; 24,34% de no taninos en promedio; pH promedio de 4,15; sólidos totales promedio de 11,22% y 3,91% de cenizas en promedio. Por otro lado la goma obtenida no se vio influenciada por las zonas de recolección, obteniéndose en promedio un rendimiento de 30%; viscosidad al 1% de concentración de 2667 cps; solubilidad promedio en agua a 25° C de 62,23% y en agua caliente a 83° C de 98,21; un pH promedio de 5,28; 0,683% en promedio de cenizas; contenido de humedad promedio de 9,99% y 90,01% de sólidos totales en promedio. Al comparar los resultados obtenidos con otros productos similares actualmente utilizados en distintas industrias, se considera que, los taninos encontrados en el presente estudio, por sus características físico-químicas son compatibles con otros taninos estudiados y conocidos en el mercado nacional e internacional y que la goma de tara en este estudio, a pesar de no tener cualidades que superen a otras gomas de tara actualmente utilizadas en el mercado, es una goma de óptima calidad, que por lo resultados obtenidos, posee buenas cualidades, espesantes y estabilizantes.

# ÍNDICE

	Página
<b>DEDICATORIA</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>IV</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>VI</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>3</b>
2.1 ANTECEDENTES	3
2.1.1 <i>Características generales de la especie</i>	3
2.1.2 <i>Género Caesalpinia</i>	4
2.1.3 <i>Origen y distribución</i>	4
2.1.4 <i>Descripción botánica</i>	5
2.1.5 <i>Ecología y condiciones de desarrollo</i>	7
2.1.6 <i>Propagación</i>	8
2.1.7 <i>Plagas y Enfermedades</i>	8
2.1.8 <i>Producción e importancia económica</i>	9
2.1.9 <i>Características de las lomas de Atiquipa</i>	12
2.1.9.1 <i>Clima, Relieve y suelos</i>	15
2.1.9.2 <i>Ecología</i>	15
2.1.9.3 <i>Vegetación</i>	16
2.1.9.4 <i>Uso actual y potencial de las tierras</i>	17
2.1.9.5 <i>Uso productivo y Aspectos culturales</i>	17
2.2 TANINOS VEGETALES	18
2.2.1 <i>Definición</i>	18
2.2.2 <i>Factores que Influyen en el contenido de Taninos Vegetales</i>	20
2.2.3 <i>Importancia y usos</i>	21
2.3 TANINOS DE LA TARA	22
2.3.1 <i>Química o estructura</i>	22
2.3.2 <i>Estudios de Cuantificación de Taninos de Tara</i>	23
2.3.3 <i>Uso de los taninos de la tara</i>	24
2.4 GOMAS NATURALES	24
2.4.1 <i>Definición</i>	24
2.4.2 <i>Importancia y usos</i>	25
2.5 GOMA DE TARA	26
2.5.1 <i>Aspectos generales</i>	26
2.5.2 <i>Composición química de la goma de tara</i>	26
2.5.3 <i>Propiedades físico-químicas de la goma de tara</i>	28
2.5.4 <i>Obtención y usos de la goma de tara</i>	28
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>30</b>
3.1 ZONA DE ESTUDIO	30
3.2 MATERIALES Y EQUIPOS	33
3.2.1 <i>Materiales de campo</i>	33
3.2.2 <i>Materiales de laboratorio</i>	34
3.2.3 <i>Materiales de gabinete</i>	35
3.2.4 <i>Equipo personal</i>	35
3.3 METODOLOGÍA	36

3.3.1	<i>CARACTERIZACIÓN DE LOS ÁRBOLES EVALUADOS</i>	36
3.3.2	<i>COLECCIÓN DE LOS FRUTOS DE TARA</i>	37
3.3.3	<i>Método de recolección</i>	39
3.3.4	<i>Preparación de la vaina para obtención de taninos</i>	40
3.3.5	<i>Preparación de las semillas para la obtención de goma</i>	41
3.3.6	<i>Análisis efectuado a la vaina molida DE TARA y a la goma de la semilla de tara</i>	43
3.3.7	<i>Diseño para análisis</i>	46
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>48</b>
4.1	VAINA MOLIDA: TANINOS	48
4.2	GOMA DE LA SEMILLA DE TARA	53
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>59</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>61</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>62</b>
	<b>ANEXO 1</b>	<b>69</b>
	ÁRBOLES DE TARA DE LAS LOMAS DE ATIQUIPA	69
	<b>ANEXO 2</b>	<b>70</b>
	NORMA TÉCNICA PARA LA DETERMINACIÓN DE SOLUBLES TOTALES	70
	<b>ANEXO 3</b>	<b>71</b>
	NORMA TÉCNICA PARA LA DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES	71
	<b>ANEXO 4</b>	<b>74</b>
	NORMA TÉCNICA PARA LA DETERMINACIÓN DE TANINOS POR MÉTODO VOLUMÉTRICO	74
	<b>ANEXO 5</b>	<b>75</b>
	NORMA TÉCNICA UTILIZADA PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD	75
	<b>ANEXO 6</b>	<b>79</b>
	NORMA TÉCNICA UTILIZADA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA SOLUBILIDAD EN ETANOL	79
	<b>ANEXO 7</b>	<b>81</b>
	NORMA TECNICA UTILIZADA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD	81
	<b>ANEXO 8</b>	<b>82</b>
	TABLA UTILIZADA PARA LA LECTURA DE LA VISCOSIDAD	82
	<b>ANEXO 9</b>	<b>83</b>
	NORMA TÉCNICA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PH	83
	<b>ANEXO 10</b>	<b>84</b>
	NORMA TÉCNICA PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS CENIZAS	84
	<b>ANEXO 11</b>	<b>85</b>
	DATOS DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL DE LA ESTACIÓN N° 000734 DE ATIQUIPA DE LOS AÑOS 1966 - 1981	85
	<b>ANEXO 12</b>	<b>86</b>
	GRÁFICO DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL DE LA ESTACIÓN N° 000734 DE ATIQUIPA AÑOS 1966-1981	86
	<b>ANEXO 13</b>	<b>87</b>

DATOS DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL DE LA ESTACIÓN N° 000734 DE ATIQUIPA DE LOS AÑOS 1966 - 1981	87
<b>ANEXO 14</b>	<b>88</b>
GRÁFICO DE PRECIPITACIÓN PROMEDIO DE LA ESTACIÓN N° 000734 DE ATIQUIPA AÑOS 1966-1981	88
	88
<b>ANEXO 15</b>	<b>89</b>
UBICACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE TARA MUESTREADOS EN EL MAPA ECOLÓGICO	89
<b>ANEXO 16</b>	<b>90</b>
UBICACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE TARA MUESTREADOS EN EL MAPA DE COBERTURA VEGETAL	90
<b>ANEXO 17</b>	<b>91</b>
CUADRO DE PRODUCTOS CON ARANCEL CERO PARA INGRASAR A EEUU Y A LA UNION EUROPEA	91
<b>ANEXO 18</b>	<b>92</b>
RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS DE TANINOS REALIZADOS POR ÁRBOL	92
<b>ANEXO 19</b>	<b>93</b>
TABLA DE COLORES HEXADECIMAL	93
<b>ANEXO 20</b>	<b>95</b>
CANTIDAD DE VAINAS DE TARA RECOLECTADAS	95
<b>ANEXO 21</b>	<b>96</b>
ALTURAS TOTALES Y DIÁMETROS DE COPA DE LOS ÁRBOLES SELECCIONADOS PARA LA RECOLECCIÓN DEL FRUTO	96
	96
<b>ANEXO 22</b>	<b>97</b>
ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS DE TANINOS	97

## Lista de cuadros

	Página
<b>CUADRO 1</b>	ZONAS DE VIDA DONDE HABITA LA TARA, SEGÚN EL DIAGRAMA DE HOLDRIDGE.....7
<b>CUADRO 2</b>	PRODUCCIÓN (KG) DE VAINA DE TARA EN EL PERÚ, POR REGIÓN .....9
<b>CUADRO 3</b>	RECURSOS VEGETALES USADOS COMO FUENTES DE TANINOS .....22
<b>CUADRO 4</b>	ANÁLISIS DEL TANINO DE LA VAINA DEL FRUTO DE LA TARA ( <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> ) .....23
<b>CUADRO 5</b>	FUENTES NATURALES DE GOMAS.....25
<b>CUADRO 6</b>	RELACIÓN DE LOS AZÚCARES PRESENTES EN LA GOMA DE TARA .....27
<b>CUADRO 7</b>	PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS GOMAS DE LA <i>CAESALPINIA PAIPAI</i> , <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> Y <i>CAESALPINIA GILLIESII</i> .....28
<b>CUADRO 9</b>	BLOQUES Y CLASES DIAMÉTRICAS DE ÁRBOLES ELEGIDOS, PARA LA EVALUACIÓN DE TANINOS .....40
<b>CUADRO 10</b>	DISEÑO DE BLOQUES PARA EL ANÁLISIS DE GOMAS.....40
<b>CUADRO 11</b>	DISEÑO DE LOS ANÁLISIS PARA POLVO DE TARA .....46
<b>CUADRO 12</b>	DISEÑO DE LOS ANÁLISIS PARA GOMA DE TARA .....47
<b>CUADRO 13</b>	ANÁLISIS REALIZADOS AL POLVO DE TARA POR BLOQUE .....53
<b>CUADRO 14</b>	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS A LA GOMA DE TARA .....54
<b>CUADRO 15</b>	EVALUACIÓN DE LA SOLUBILIDAD DE LA GOMA .....57

## Lista de figuras

	Página
<b>FIGURA 1</b>	ÁRBOL DE TARA ( <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> MOLINA KUNTZE) EN ATQUIPA 5
<b>FIGURA 2</b>	HOJAS Y FRUTO MADURO DE LA TARA ( <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> MOLINA KUNTZE) 6
<b>FIGURA 3</b>	VARIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE VAINA DE TARA, EN ALGUNAS REGIONES DEL PERÚ 10
<b>FIGURA 4</b>	EXPORTACIÓN DE TARA Y SUS DERIVADOS, SEGÚN LOS PRINCIPALES PAÍSES DE DESTINO (2006) 11
<b>FIGURA 5</b>	EVOLUCIÓN DE LAS EXPORTACIONES DE TARA Y SUS DERIVADOS SEGÚN LOS CINCO PRINCIPALES PAÍSES DE DESTINO 11
<b>FIGURA 6</b>	EXPORTACIÓN DE TARA Y SUS DERIVADOS, SEGÚN EL TIPO DE PRESENTACIÓN LAS LOMAS DE ATQUIPA 12
<b>FIGURA 7</b>	MAPA DE UBICACIÓN DE LAS LOMAS DE ATQUIPA, AREQUIPA 13
<b>FIGURA 8</b>	IMAGEN SATELITAL DE LAS LOMAS DE ATQUIPA 13
<b>FIGURA 9</b>	VISTA PANORÁMICA DE LAS LOMAS DE ATQUIPA EN ÉPOCA SECA 14
<b>FIGURA 10</b>	VISTA PANORÁMICA DE LAS LOMAS DE ATQUIPA EN ÉPOCA DE LLUVIAS 15
<b>FIGURA 11</b>	FORMACIÓN DEL ÁCIDO GÁLICO Y EL ÁCIDO ELÁGICO 18
<b>FIGURA 12</b>	PRECURSOR DE LOS TANINOS CONDENSABLES 19
<b>FIGURA 13</b>	ESTRUCTURA DE LA EPICATEQUINA Y LA CATEQUINA 19
<b>FIGURA 14</b>	TANINO DE LA TARA <i>CAESALPINIA SPINOSA</i> 23
<b>FIGURA 15</b>	ESTRUCTURA MORFOLÓGICA DE LA SEMILLA DE TARA. 26
<b>FIGURA 16</b>	REPRESENTACIÓN DEL GALACTOMANO DE LA GOMA DE TARA 27
<b>FIGURA 17</b>	CROQUIS DE LA RUTA DE RECOLECCIÓN DE LOS FRUTOS DE LA TARA 30
<b>FIGURA 18</b>	MAPA DE UBICACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE TARA, EN LAS LOMAS DE ATQUIPA. ESCALA 1 : 15,000 32
<b>FIGURA 19</b>	DIAGRAMA DEL PROCESAMIENTO DEL FRUTO DE LA TARA PARA ANÁLISIS 42
<b>FIGURA 20</b>	ÁRBOL DE TARA DE AVANZADA EDAD 36
<b>FIGURA 21</b>	VAINA DE TARA 38
<b>FIGURA 22</b>	FRUTOS DE TARA PROVENIENTES DE LAS LOMAS DE ATQUIPA 38
<b>FIGURA 23</b>	SEMILLAS DEL FRUTO DE TARA DE LAS LOMAS DE ATQUIPA 39
<b>FIGURA 24</b>	VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE TANINOS EN LAS TRES CLASES DIAMÉTRICAS EN EL BLOQUE I. 48
<b>FIGURA 25</b>	VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE TANINOS EN LAS TRES CLASES DIAMÉTRICAS EN EL BLOQUE II. 49
<b>FIGURA 26</b>	VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE TANINOS EN LAS TRES CLASES DIAMÉTRICAS EN EL BLOQUE III. 50
<b>FIGURA 28</b>	SOLUBILIDAD DE LA GOMA DE TARA A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE ALCOHOL 58



## 1. INTRODUCCIÓN

En el Perú, la tara *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze, es una especie nativa muy utilizada por los productos que se obtienen de ella. Dentro de los productos destacan la goma de las semillas y los taninos de la vaina del fruto, que se comercializan ampliamente. La tara se cosecha en varias zonas del país, siendo encontrada en terrenos situados en un promedio de los 600 y 2800 msnm; las principales regiones productoras son Cajamarca, Ica, Lambayeque, Apurímac, Ayacucho, Ancash y Huánuco. Los productos de tara se comercializan principalmente con fines de exportación a Europa y EEUU, estos son la goma, extraída de las semillas y de la vaina molida en bruto para su posterior extracción de taninos; se sabe que el árbol de tara es productivo a partir de los 4 años, aunque como cultivo puede producir a partir de los 2 años.

El fruto de la tara es un producto que se viene exportando en los últimos años en cantidades cada vez mayores. Entre los principales países importadores de la vaina molida de tara se menciona: Argentina, Brasil, Estados Unidos, China, Holanda, Japón, etc. La vaina separada de la semilla se muele y es un extraordinario producto de exportación como materia prima para la obtención de taninos, muy usado en las industrias papeleras de alta calidad, curtiembres, farmacéutica, química, de pinturas, entre otras y la goma de la semilla es un insumo muy útil para la industria alimenticia. La demanda de tara se encuentra en aumento y por lo tanto existe un mercado aparentemente asegurado, con precio bastante atractivo, contribuyendo enormemente al sector agroexportador e indudablemente a la economía del país. El precio internacional del fruto de la tara ha llegado a US\$ 1600 por tonelada el 2007, y valor total exportado ese año alcanzó US\$ 32 396,545 millones. (PROMPERU, 2007).

En las lomas de Atiquipa, distrito de Atiquipa, provincia de Caravelí, región Arequipa, existen bosques nativos de tara. Estos bosques se encuentran ubicados en un área protegida por la comunidad campesina de Atiquipa. Estas Lomas tienen una extensión de 22,800 ha. siendo el ecosistema de lomas de mayor extensión en la costa peruana.

La tara *Caesalpinia spinosa* se puede encontrar formando comunidades puras en este ecosistema lomas, del cual, los pobladores de del poblado de Atiquipa recolecta el fruto (vainas)

para su comercialización, debido a su valor económico que ha ganado en los últimos años este producto. En la actualidad, viene siendo una fuente de ingreso para las familias de la comunidad en época de cosecha, que se realiza entre los meses de Febrero y Abril, periodo en el que la comunidad se aboca a la recolección del fruto que se encuentra en las partes altas de las lomas.

El Perú cuenta con información sobre el cultivo, silvicultura, mercados internos y de exportación de los productos primarios o derivados de la tara. Si bien hay una buena aceptación en el mercado de los productos mencionados, no hay información sobre la calidad del producto relacionados con parámetros dasométricos (d.a.p.) o con las características del área donde se ha establecido la especie (calidad de sitio).

En base a lo anteriormente expuesto, en la presente investigación se han realizado diferentes evaluaciones a la vaina molida del fruto de la tara (cuantificación de taninos y características de la vaina molida) y a la goma de la semilla, proveniente de las lomas de Atiquipa, región de Arequipa, para lo cual se tomaron en cuenta dos variables: (1) diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) para determinar si el contenido de taninos está relacionado con este parámetro y (2) altitud en la que se encuentra el árbol (msnm), para determinar si existe relación entre esta variable, con las características de la vaina molida y la goma. De esta forma, determinar si dichas variables influyen en los parámetros mencionados y tomar en cuenta esta información para el momento de su propagación o comercialización y de esta forma, contribuir con la escasa información existente sobre el tema.

Asimismo, por lo ya mencionado, la presente información será de beneficio al distrito de Atiquipa, brindándole conocimientos que puedan ser usados para un buen manejo del recurso forestal en la zona y como una posible alternativa para promover favorablemente la economía local y/o regional.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 ANTECEDENTES

#### 2.1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESPECIE

La tara se ubica taxonómicamente en:

Reino : Plantae  
División : Fanerógamas  
Clase : Dicotiledoneas  
Sub – Clase : Arquidomideas  
Orden : Rosales  
Familia : Fabaceae  
Género : *Caesalpinia*  
**Nombre científico** : *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze.

**Nombre común** : Tara o Taya (Perú). Otros nombres comunes, según Pretel et al (1985), Loján (1992):

*Colombia*: “Divi divi de tierra fría”, “Guarango”, “Cuica”, “Serrano, Tara”

*Ecuador*: “Vinillo”, “Guarango”

*Bolivia, Venezuela y Chile*: “Tara”

**Sinonimia** : Según Reynel y León (1990), se menciona los siguientes sinónimos:

*Caesalpineia tinctoria* (HBK) Bentham ex Reiche

*Ponciana spinosa* Molina

*Caesalpineia pectinata cavanilles*

*Tara spinosa* (Molina) Britt et Rose

*Caesalpineia pectinata cavanulles*

*Caesalpineia stipulata* (Sondwith) J.F.

*Etimología:* *Caesalpinia*, en honor de Andrea Caesalpini (1524 - 1603), botánico y filósofo italiano; *Spinosa*, del latín *spinus*-a-um, con espinas. En el Perú se distribuye en casi toda la costa, desde Piura hasta Tacna y en algunos departamentos de la sierra (De La Cruz, 2004).

### 2.1.2 GÉNERO *Caesalpinia*

Según el Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú del Jardín Botánico de Missouri, con respecto al género *Caesalpinia*, se menciona 10 especies que se encuentran en el Perú y son las siguientes (Brako y Zarucchi, 1993):

*Caesalpinia ancashina* Ulibarri

*Caesalpinia bonduc* (L.) Roxburgh

*Caesalpinia cassioides* Willdenow

*Caesalpinia chicamana* Killip & J. F.

*Caesalpinia decapetala* (Roth)

*Caesalpinia gilliesii* (Wallich ex Hooker)

*Caesalpinia paipai* R. & P.

*Caesalpinia pulcherrima* (L.) Swartz

*Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze

*Caesalpinia trichocarpa* Grisebach

### 2.1.3 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

La tara *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze es una planta nativa en el Perú, utilizada desde la época prehispánica en la medicina folklórica y en tiempos recientes como materia prima en el mercado mundial de hidrocoloides alimenticios y taninos. Esta especie se distribuye desde las zonas áridas de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia llegando hasta los 32° de latitud Sur al norte de Chile. (Flores, et al. 2005). En el Perú, la tara se encuentra desde la Costa y Sierra Norte (Cajamarca, La Libertad), hasta el Centro y Sur, conformado por Ancash, Huánuco, Junín, Ayacucho, Arequipa, Cuzco y Tacna entre otros (Reynel y León, 1990).

En forma natural, se presenta en lugares semiáridos con un promedio de 230 a 500 mm de lluvia anual. En la vertiente del Pacífico se halla en los flancos occidentales, valles,

laderas, riberas de los ríos, y lomas entre los 800 y 2800 msnm; llegando en algunos casos como en los valles de Apurímac, hasta los 3150 msnm. (Flores, et al., 2005).

#### 2.1.4 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

La tara se caracteriza por tener un fuste único en algunas poblaciones pero en otras varios tallos (más de cuatro), rectos y cortos, más o menos cilíndricos y en ocasiones tortuosos. El tronco está cubierto por una corteza gris y agrietada provista de espinas triangulares, gruesas y cortas en su madurez. Algunas veces, de los troncos nacen ramas desde la base, dando la impresión de poseer varios tallos (Reynel y León, 1990).

La copa del árbol de tara es generalmente irregular, de forma aparasolada y poco densa, que puede alcanzar un diámetro de hasta 6,0 m en su madurez, presentan ramas ascendentes (ver figura 1). Sus hojas son compuestas bipinadas, alternas y dispuestas en espiral, cuyos folios (de 6 a 8 pares) dan la forma de plumas con una longitud que varía entre 8 y 12 cm. es una especie caducifolia. Las hojas juveniles son ricas en azúcares, lo que le hace propenso para el ataque de insectos chupadores (Pretell et al, 1985). Su inflorescencia está dispuesta en racimos terminales de 15 a 20 cm. de longitud, cuyas flores están ubicadas en la mitad distal (ver figura 2). Las flores son hermafroditas, zigomorfas de cáliz irregular, con un sépalo muy largo (1 cm.). La corola presenta pétalos de color amarillento o amarillo rojizo (Reynel y León, 1990 y Pretell et al, 1985).

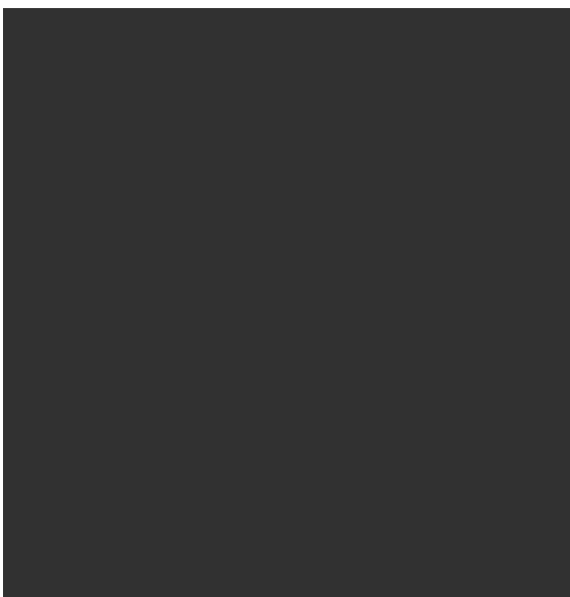


**Figura 1** Árbol de Tara (*Caesalpinia spinosa* Molina Kuntze) en Atiquipa

Los frutos de la tara son vainas indehiscentes de color rojizo amarillo de 8 a 10 cm. de largo por 1,5 a 2,5 cm. de ancho y contienen de 8 a 10 granos redondeados y ligeramente aplastados por vaina. Los granos maduros, son duros de color pardo oscuro, brillosos debido a una capa de cera que los cubre y los hace impermeable. El mesocarpio en estado verde, es de consistencia blanda, transparente y comestible, con cualidades similares al agar, con contenido de grasas y proteínas con altas cantidades de metionina y triptófano. (Pretell et al, 1985).

La tara es una especie que tiene carácter xerofítico por ser: caducifolio, tener foliolos pequeños de cutícula gruesa, cubiertos de una sustancia serosa y con mecanismos de control estomático; poseer raíces pivotantes con una relación altura de planta: raíz de 1:1,5 hasta 1:2; y probablemente a la presencia de algunas estructuras de conservación de la humedad del suelo, generalmente por los mecanismos de simbiosis (REDFOR, 1996).

La tara tiene la facultad de rebrotar cuando el árbol es joven, lo que le hace factible manejar estas especies por el método de tallar, sea con fines de producción de leña o producción de frutos a turnos cortos (Loján, 1992).



**Figura 2** Hojas y fruto maduro de la tara (*Caesalpinia spinosa* Molina Kuntze)

**Fuente:** Torres, 1983

## 2.1.5 ECOLOGÍA Y CONDICIONES DE DESARROLLO

La tara se encuentra ocupando el estrato del matorral arbustivo en donde se asocia con especies como: Palillo (*Capparis prisca*), sauce (*Salix humboldtiana*), molle (*Schinus molle*), puya (*Puya sp.*), acacia (*Acacia sp.*), algunas poáceas y una gran diversidad de especies de los géneros *Calliandra*, *Rubus*, *Croton*, entre otras. La época de floración es de septiembre a enero prolongándose en otras zonas hasta marzo, dependiendo del lugar donde crece. La cosecha del fruto se inicia en enero, extendiéndose hasta agosto, según el comienzo y término de las floraciones (Pretell et al, 1985). Según las zonas de vida (Holdridge), la tara habita en diferentes zonas de vida, ver cuadro 1 (Flores et al, 2005):

**Cuadro 1** Zonas de vida donde habita la tara, según el diagrama de Holdridge

Zonas de vida (Holdridge)	Símbolo	Precipitación	Bio - Temperatura °C
estepa espinosa - Montano Bajo Tropical	ee - MBT	250 - 500	12 - 18
bosque seco - Montano Bajo Tropical	bs - MBT	500 - 700	12 - 18
matorral desértico - Montano Bajo Tropical	md - MBT	200 - 250	13 - 18
monte espinoso - Premontano Tropical	me - PT	350 - 500	18 - 20
matorral desértico - Montano Tropical	md - MT	200 - 250	18 - 21

Fuente: Flores et al, 2005

Las dos principales variables climáticas son (REDFOR, 1996):

- Temperatura: Varía entre los 12° a 18 ° C, pudiendo aceptar hasta 20 ° C. En los valles interandinos la temperatura ideal es de 16° a 17 ° C.
- Precipitación: Para su desarrollo óptimo requiere de lugares con una precipitación de 400 a 600 mm, pero también se encuentra en zonas que presentan desde 200 a 750 mm de promedio anual.

La tara se considera una especie plástica debido a que se le encuentra en un amplio rango de climas y tipos de suelos, creciendo bien en suelos francos, francos arenosos y pedregosos con pH de ligeramente ácido a medianamente alcalino (6 a 7,5). Es frecuente encontrarla en suelos lateríticos muy erosionados, no tolera suelos alcalinos y no soporta heladas (Reynel y León, 1990; Pretell et al, 1985).

La tara es una especie poco exigente en calidad del suelo, crece en suelos pedregosos, y degradados, con baja producción; sin embargo, se desarrolla en forma óptima y con aporte

arbóreo robusto en los suelos de “chacra”, es decir, suelos francos y francos arenosos, ligeramente ácidos a medianamente alcalinos. Se le encuentra desde los 800 a 2800 msnm en la vertiente del Pacífico y hasta los 1600 a 2800 msnm de la cuenca del Atlántico, y en microclimas especiales hasta los 3150 msnm; en sectores limitados por cerros que modifican principalmente la temperatura (De la Cruz, 2004).

#### 2.1.6 PROPAGACIÓN

La regeneración natural se ve favorecida durante la época de lluvias por la caída y descomposición de las vainas bajo la protección de las copas, las cuales, libera la semilla que van a germinar dando origen a brinzales, los mismos que son atacados por hormigas cortadoras y áfidos o consumidos principalmente por ganado caprino. Bajo protección y con un pastoreo planificado, la regeneración natural puede constituir una alternativa importante para restaurar poblaciones naturales de esta especie (Flores et al, 2005).

La propagación de plántulas se realiza normalmente por semilla (# semillas/kg aprox. 6.000) que presentan un poder germinativo entre 80 y 90 %. La germinación es epigea, se inicia entre los 8 a 12 días y finaliza a los 20 días, lo cual requiere un tratamiento pregerminativo para acelerar y uniformizar la germinación ya que presenta una testa dura.(Portal - Agrario, 2007).

#### 2.1.7 PLAGAS Y ENFERMEDADES

La baja producción de vainas es causado por el *Aphis craccivora*, pulgón que ataca a la planta succionando la savia y provocando la caída de yemas y frutos pequeños. Los barrenadores (cote) de la familia Noctuidae, atacan la médula del tallo y el follaje. Los insectos de la orden Hemíptera, pican las hojas y producen su encogimiento consumiéndose la vaina. La mancha blanquecina que aparecen en la parte superior de las hojas es producida por un ácaro *Tetranychus urticae*, los cuales producen defoliación. Las enfermedades más comunes que afectan a la tara son: la fumagina, mancha negra “melaza negra” que aparece en hojas y tallos; el Oidium que se presenta como una capa de polvillo blanco que cubre a la planta llegando también a cubrir al fruto; “la ranchar”, provocado por el hongo *Phytophthora sp.*; “la cloca”, producido por el hongo *Taphryna sp.*, que produce el escrespamiento y deformación de hojas y frutos. (REDFOR, 1996).



## 2.1.8 PRODUCCIÓN E IMPORTANCIA ECONÓMICA

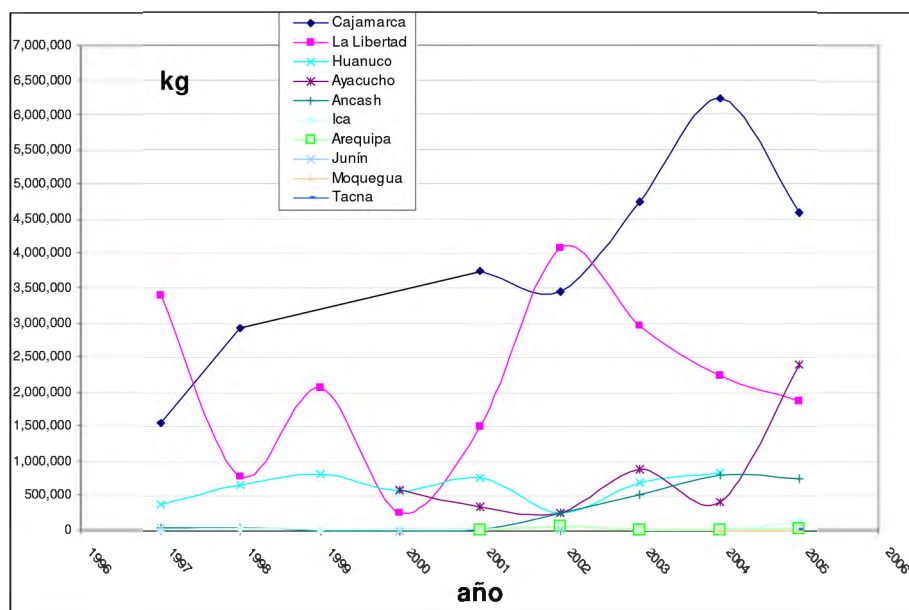
La producción de frutos de tara se inicia desde el tercer año; sin embargo, algunas referencias indican que a partir del segundo año se presenta una pequeña producción de 20 g de fruto/planta (Barriga, 1994).

La producción de frutos de tara aumenta mientras avanza los años, aproximadamente a los 8 años con 10 kg por planta año. Sin embargo, la producción entre árboles es variable y fluctúa entre 25 a 100 kg/planta/año, en dos cosechas de 4 meses cada una. Los meses de producción y productividad varían de acuerdo a la zona (REDFOR, 1996). Los departamentos de mayor producción son Cajamarca, La libertad, Lambayeque, Huánuco, Ayacucho y Apurímac. En el cuadro 2 se observa la producción de vaina de tara por departamento y año, y la variación anual de algunas regiones en la figura 3.

**Cuadro 2** Producción (kg) de vaina de tara en el Perú, por región

REGIÓN	AÑO DE PRODUCCIÓN										
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Cajamarca	1,557,045	2,926,524	-	-	3,745,889	3,445,810	4,746,310	6,236,285	4,590,230	9,713,881	12,514,107
La Libertad	3,392,736	780,594	2,064,578	264,732	1,511,652	4,081,350	2,955,010	2,240,526	1,865,000	3 075,990	4,181,178
Lambayeque	-	-	-	64,160	377,614	814,160	2,737,650	1,971,998	719,248	1,384,004	5,000
Huánuco	377,000	664,500	816,000	579,500	763,500	264,400	693,150	835,000	-	2,060,520	2,043,753
Ayacucho	-	-	-	589,100	346,539	262,173	892,890	421,000	2,393,854	4,034,880	1,900,370
Apurímac	41,200	-	-	1,024,700	64,830	655,000	490,130	354,800	-	1,354,276	560,005
Ancash	52,000	50,200	3,000	0	11,000	258,200	519,950	804,469	756,148	1,532,993	2,054,360
Amazonas	-	-	-	127,180	219,000	168,130	141,370	197,982	125,100	513,135	636,958
Piura	-	-	-	-	25,668	42,136	46,830	105,781	264,644	163,869	18,500
Ica	15,000	30,700	8,933	29,000	39,845	-	23,000	22,000	146,000	219,244	318,220
Arequipa	-	-	-	-	19,000	67,000	10,000	15,000	35,550	395,038	52,880
Cuzco	-	-	-	72,000	15,500	-	-	-	-	-	26,147
Junín	51,300	-	-	40	-	13,648	-	-	-	-	5,000
Lima	-	-	13,000	-	3,500	1,100	6,000	2,500	-	2,600	83,710
Huancavelica	11,750	-	-	-	11,600	1,000	1,500	-	-	64,000	-
Moquegua	-	-	-	-	-	-	-	7,000	5,450	-	95,274
Tacna	-	-	-	-	-	-	-	-	10,000	56,600	51,490
<b>TOTAL</b>	<b>5,492,031</b>	<b>4,452,518</b>	<b>2,905,511</b>	<b>2,750,412</b>	<b>7,155,137</b>	<b>10,074,107</b>	<b>13,263,790</b>	<b>13,214,341</b>	<b>10,911,224</b>	<b>21,495,040</b>	<b>24,546,952</b>

Fuente: INRENA



**Figura 3** Variación de la producción de vaina de tara, en algunas regiones del Perú

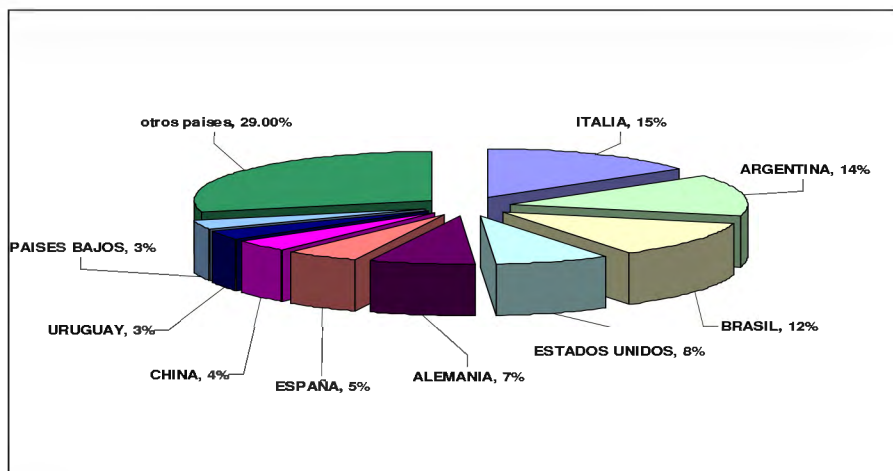
Fuente: INRENA, 2005

La tara es una especie que genera en los pobladores rurales beneficios económico, social y ambiental. Aproximadamente el 35 % de los ingresos familiares anuales de los productores provienen de la comercialización de la tara; asimismo, los intermediarios reconocen que el comercio de tara deja márgenes aceptables de utilidad. La tara posee un inmenso potencial farmacéutico, alimenticio e industrial, principalmente en la producción de gomas o hidrocoloides, taninos, ácido gálico, etc (San Martín, 2005 citado por Flores et al, 2005).

La tara es un producto principalmente de exportación; solo el 3 % se orienta al consumo interno para las pequeñas curtiembres y teñidos de lana para la artesanía. En lo referente al polvo de tara, la Unión Europea es el mercado ideal para sus derivados tánicos, debido a la prohibición del uso de curtiembres químicos los cuales están compuestos de plomo, mercurio, cadmio y cromo los cuales venían siendo usados para la curtición de cueros como por ejemplo los usados en los asientos de los automóviles (Proexpansión, 2005) .

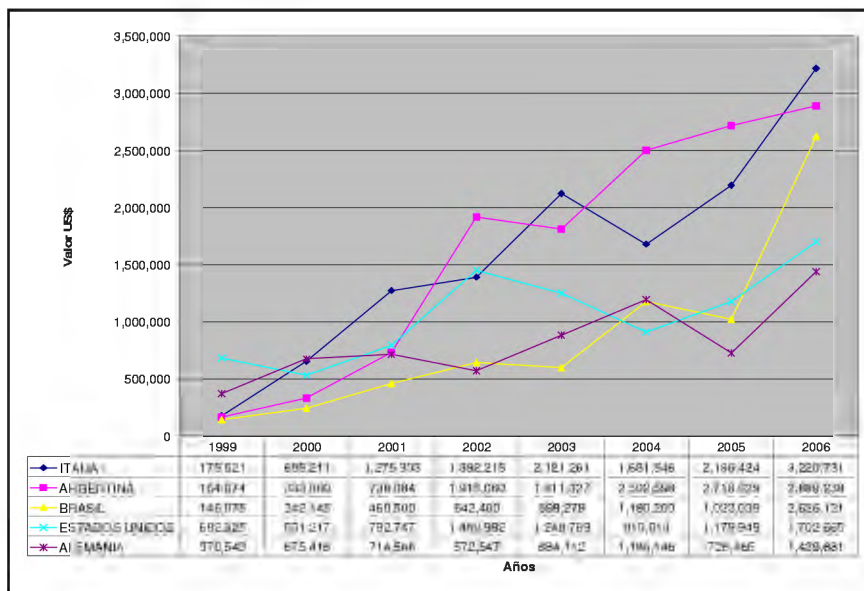
Para el año 2006, los 5 principales importadores de tara fueron: Italia que importa el 15 % del total, Argentina con el 14 %, Brasil el 12.4 %, Estados Unidos el 8% y Alemania el

7%. El total exportado para el año mencionado fue US\$ 21,22 millones; en la figura 4 se muestra la distribución de los países importadores y en la figura 5 los valores FOB \$ de los países destino. (PROMPERU, 2007).



**Figura 4** Exportación de tara y sus derivados, según los principales países de destino (2006)

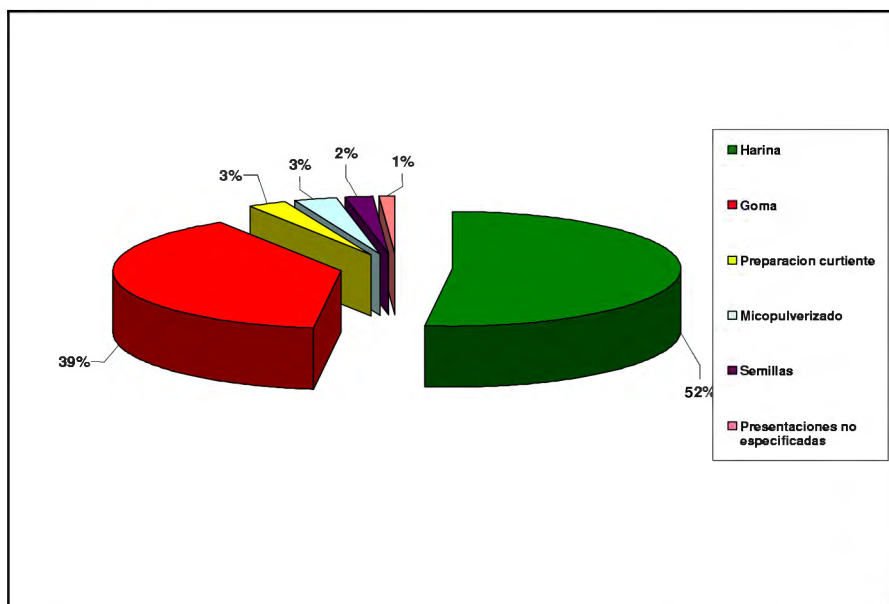
Fuente: PROMPERU, 2007



**Figura 5** Evolución de las exportaciones de tara y sus derivados según los cinco principales países de destino

Fuente: PROMPERU, 2007

Son muchas las formas de presentación en la que se exportan los productos derivados de la tara desde el Perú. Para el año 2006 se exportó más de \$ 21,2 M, los cuales corresponde a la exportación de vaina seca y molida o harina (52%), goma (39%), preparación de curtiente (3%), micropulverizado (3%), semilla (2%), presentaciones no especificadas (1%); ver figura 6 (PROMPERU, 2007).



**Figura 6** Exportación de tara y sus derivados, según el tipo de presentación

**Fuente:** PROMPERU, 2007

### 2.1.9 CARACTERÍSTICAS DE LAS LOMAS DE ATIQUIPA

Las lomas de Atiquipa se ubican en el suroeste del Perú (15° 47' LS, 74° 16' LW), en la zona norte del departamento de Arequipa, distrito de Atiquipa, provincia de Caravelí; siendo estas de propiedad de la comunidad de Atiquipa; (ver figura 3). Presenta una extensión total de 28 000 ha, constituidas por quebradas orientadas hacia el oeste y con altitudes que varían entre los 250 m y 1297 m. (Arias y Torres, 1990). Las lomas de Atiquipa se encuentran a 600 km al sur de Lima; siendo una singular formación ecológica de la costa peruana, cuando el desierto genera vegetación gracias a la condensación de las nieblas marinas. Las lomas de Atiquipa constituyen las de mayor extensión en el Perú (Mujica, 1998). En la figura 7, se muestra la ubicación de las lomas de Atiquipa en la

región de Arequipa. En la figura 8 se observa en la imagen satelital de la ubicación de la zona de estudio y poblado de Atiquipa.



Figura 7 Mapa de ubicación de las lomas de Atiquipa, Arequipa



Figura 8 Imagen satelital de las lomas de Atiquipa

Fuente: Google, 2007

Dentro de esta área se conserva una importante extensión de bosques de alrededor de 2190 ha, mientras que en una extensión relativamente pequeña (350 ha) se desarrollan el cultivo de frutales, alfalfa, maíz y panllevar y la ganadería por las comunidades contemporáneas (Mujica, 1998).

Un estudio en la zona, evidencio la existencia de antiguos y complejos sistemas de campos de cultivo que se extienden ocupando al menos 2600 ha. Las lomas, es un caso en el cual se aprovecho el medio en la época prehispánica, formando andenería y desarrollando la irrigación artificial mediante el especial manejo de las condiciones de lomas y su capacidad de generar agua en un medio donde este recurso es extremadamente escaso. También se ha registrado la presencia de una alta concentración de asentamientos arqueológicos prehispánicos que revelan una alta densidad poblacional y una compleja articulación del espacio territorial (Mujica, 1998). En la Figura N° 9 y 10 se muestra las lomas de Atiquipa en épocas seca y de lluvia.



**Figura 9** Vista panorámica de las lomas de Atiquipa en época seca





**Figura 10** Vista panorámica de las lomas de Atiquipa en época de lluvias

#### *2.1.9.1 Clima, Relieve y suelos*

Pertenciente a la ecorregión de desierto costero, tienen promedio mensuales de temperatura entre los 15 ° y 22 ° centígrados, con una precipitación anual menor de 10 mm y una humedad relativa de 80 a 85 % (Brack, 1986). Las lomas de Atiquipa se extiende desde el nivel del mar hasta los 1200 msnm y en ella se distingue 3 formas de tierra: Terrazas marinas, Llanura aluvial y Montañas, de pendiente empinada a extremadamente empinada (Arias y Torres, 1990). Las lomas se levantan sobre suelos muy permeables, profundos y muy superficiales y de una fertilidad natural baja (ONERN, 1976).

#### *2.1.9.2 Ecología*

De acuerdo al Mapa Ecológico, el área de las lomas de Atiquipa se halla comprendida dentro de 3 zonas de vida. Su parte baja casi a nivel del mar, muy árido, corresponde a la zona desierto superárido-Templado cálido (ds-Tc); la parte media, al desierto perárido-Templado cálido (dp-Tc); y la zona alta ligeramente húmeda, por la mayor presencia de neblinas, a la zona de vida matorral desértico-Templado cálido (md-Tc) (ONERN, 1976).

Tres factores océano-climáticas son responsables del desarrollo de las condiciones de los desiertos a lo largo de la costa oeste de América del Sur: la Corriente Fría de Humboldt, la Cordillera de los Andes y el Anticiclón del Pacífico. El resultado de estos factores favorece la formación uniforme y regular de bancos gruesos de nubes debajo de los 1 000 m. durante los meses de invierno; las montañas costeras interceptan las nubes, la niebla se concentra y forma garúas que favorece el desarrollo y diversidad de la vegetación a través de los desiertos de la costa occidental; otros autores la denominan el cinturón fértil, los oasis de niebla o Prados en el desierto. La humedad permite el desarrollo de comunidades de plantas en colinas pequeñas, entre el nivel del mar y 1000 msnm. Las formaciones de lomas ocurren separadas entre territorios áridos y desprovistos de vegetación. El crecimiento de las comunidades depende de la humedad y el clima determina su distribución; la topografía y el substrato también influyen en los patrones de humedad y del hábitat conveniente. Los requisitos y las tolerancias ecológicas de cada especie determinan en última instancia, la composición de la comunidad; el nivel de endemismo de las especies excede del 40% (IRECA-UNSA, 2006).

### 2.1.9.3 Vegetación

La composición florística de las Lomas de Atiquipa indica la gran diversidad biológica que albergan estas formaciones; para el estrato herbáceo se reportaron 73 especies, para el subarborescente y arbustivo 32 y finalmente 5 para el piso arbóreo, todas especies agrupadas en 50 familias (Arias y Torres, 1990).

La cobertura vegetal varía, pero en general, la flora se caracteriza por la presencia especies endémicas dentro de los cuales destaca la tara (*Caesalpinia spinosa*), arrayán (*Myrcianthes ferreyrae*); otras especies arbóreas como huarango (*Acacia macracantha*) y mito (*Carica candicans*). En especies arbustivas se encuentra *Grindelia glutinosa*, la que domina las áreas donde no existe árboles; también *Croton ruizianus*, *Nicotiana paniculata*, *Duranta armata*, *Senecio mollendensis* y *Heliotropium lanceolatum*. De las especies herbáceas se menciona *Argemone mexicana*, *Hypericum silenoides*, *Mimosa albida*, *Nolana spatulata*, *Salvia tubiflora*, entre otras (IRECA-UNSA, 2006).

La tara varía con la altitud, apreciándose individuos mono y bifurcados por encima de los 900 msnm., observándose que por debajo de ésta altitud se hacen más polifurcadas. En las



laderas expuestas hacia el oeste, la tara es más numerosa y la vegetación codominante presenta mayor variabilidad que las que está expuestas hacia el Este. Se observó que existe regeneración natural de la tara en las partes altas de las Lomas de Atiquipa, apreciándose mayor abundancia a partir de 10 cm. de DAP y una escasa presencia de individuos de menores diámetros y tamaños en lugares protegidos por *Citharexylum flexuosum*. La asociación tara con *C. flexuosum*, predomina desde los 600 hasta los 1100 msnm.; y con pendientes que van hasta 65 %. La mayor densidad de tara se ha encontrado entre los 700 y 750 msnm (Apestegui, 1991).

#### 2.1.9.4 Uso actual y potencial de las tierras

Los suelos de las lomas de Atiquipa, se clasifican según su capacidad de uso mayor, el 76.6% son tierras de protección y tan sólo el 13% son aptas para cultivo en limpio. El 10.4% restantes sirven para pastos (Arias y Torres, 1990). La población de Atiquipa cría ganado equino, vacuno y caprino los cuales se alimentan de los pastos naturales estacionales, utiliza el recurso agua de escurrimiento superficial, canalizada y dosificada mediante reservorios que sirve para uso doméstico de la población e irrigación de 300 ha de áreas de cultivo; manteniendo cultivos de maíz, alfalfa y frutales, principalmente. La población de Atiquipa vive de la comercialización de frutales como olivos, alfalfa, maíz, entre otros (Apestegui, 1991).

#### 2.1.9.5 Uso productivo y Aspectos culturales

El área ha soportado habitantes humanos durante más de 6,000 años y ha albergado muchas variedades de cultivos nativos como papas (*Solanum spp*), tomates (*Lycopersicum spp*), ajís (*Capsicum spp*), calabazas (*Cucurbita spp*), *Cyclanthera pedata*, camote (*Ipomoea batata*), tumbos (*Passiflora spp*) y achira (*Canna edulis*). En las lomas de Atiquipa, se pueden encontrar numerosos e importantes restos arqueológicos como la ciudadela de Cahuamarca, el complejo administrativo religioso “Quebrada de la Vaca”, los corrales de Silaka, las terrazas agrícolas de Mocca y Ocopa, así como las construcciones de Pueblo Viejo y Cerro Lloque. Actualmente, las Lomas albergan a una Comunidad Campesina conformada por alrededor de unas 450 personas (IRECA-UNSA, 2006).

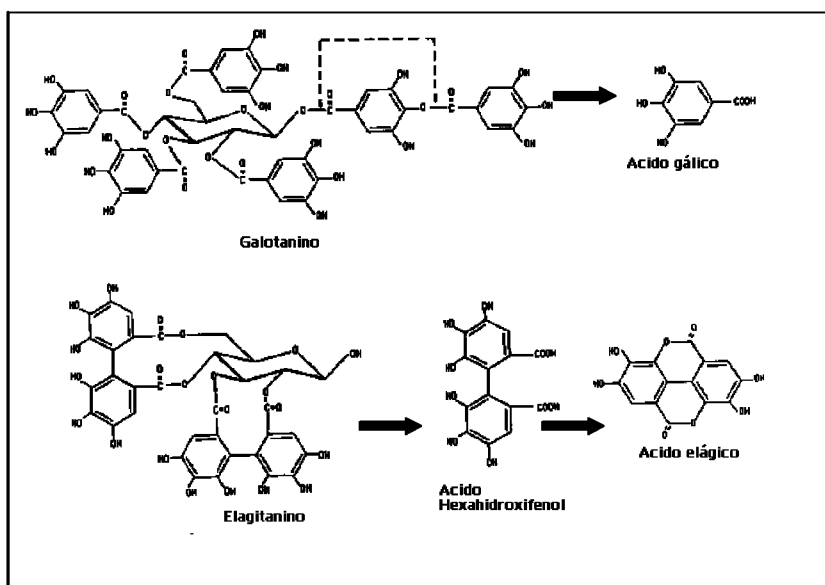
## 2.2 TANINOS VEGETALES

### 2.2.1 DEFINICIÓN

El nombre “tanino” deriva del francés “Tanin” y este del germánico “Tan” o “Tanna”. Químicamente se define como cualquiera de los principios inmediatos vegetales terciarios (C, H, O) de sabor astringente que reacciona en forma fácil con las sales de hierro originando productos de un color azul, negro o verde (Torres, 1983).

Los taninos como compuestos fenólicos, son hidrosolubles que tienen un peso molecular comprendido entre 500 y 3000 y que presentan, junto a las reacciones clásicas de los fenoles, la propiedad de precipitar alcaloides, gelatina y otras proteínas (Bruneton, 1991).

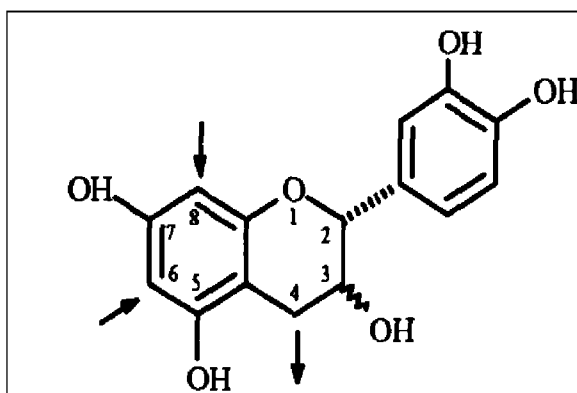
Los taninos se clasifican en dos grupos: taninos hidrolizables y condensables. Los taninos hidrolizables son fácilmente hidrolizados por ácidos o enzimas hasta un azúcar o un polialcohol y un ácido fenolcarboxílico (figura 11). Según la naturaleza del ácido fenolcarboxílico, los taninos hidrolizables se clasifican en galotaninos y elagitaninos. La hidrólisis del galotanino da origen al ácido gálico, mientras que la del ácido hexahidroxifenol da origen al ácido elágico (Haslam E., 1989).



**Figura 11** Formación del ácido gálico y el ácido elágico

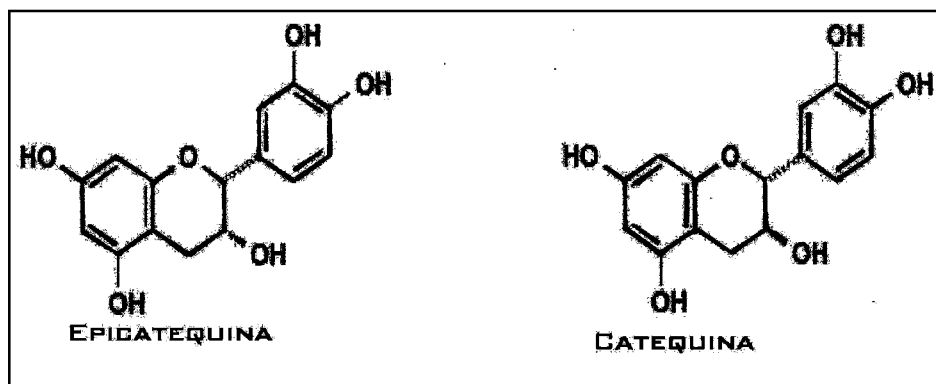
Fuente: Garro J. et al, 1997

Los taninos condensables o proantocianidinas, son flavonoides poliméricos. Los flavonoides son un grupo de metabolitos basados en un sistema de anillos heterocíclicos derivados del fenilalanina. Son derivados de unidades de flavan-3,4-dioles (figura 12). Una clase común de proantocianidinas son catequina y epicatequina (figura 13). (Hagerman, A. 2002).



**Figura 12** Precursor de los taninos condensables

Fuente: Garro J. et al, 1997



**Figura 13** Estructura de la epicatequina y la catequina

Fuente: Hagerman, A. 2002

Los taninos hidrolizables se encuentran en ciertas agallas y en algunas plantas, denominándose por este hecho taninos patogénicos. En realidad, a partir de las agallas formadas en las hojas, ramas, corteza, etc. de algunas plantas por la acción de bacterias, virus, hongos y en particular insectos se obtiene el producto astringente, en cantidades que

puede sobrepasar el 70 % en masa de la agalla. Los taninos derivados del ácido elálgico se encuentra en altas concentraciones por ejemplo en el epicarpio de algunos frutos como el de la granada (*Punica granatum L.*), que son muy cotizados cuando se trata de obtener pieles finas de múltiples usos en la industria de artículos de cuero. Entre los taninos condensados destaca la catequina, presente en plantas como la Acacia (*Acacia spp.*), el gambia (*Uncaria Gambia Roxb.*) etc (Torres, 1993).

## 2.2.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CONTENIDO DE TANINOS VEGETALES

La concentración de taninos en determinada especie de planta está relacionada con el medio en donde ella se desarrolla y con los factores genéticos. Las subespecies y variedades, pueden presentar contenidos de taninos muy diferentes en contraste con la especie de la cual proceden. Los factores edáficos junto con el grado de humedad y presencia de microorganismos (ejm bacterias nitrificantes), crean un medio que puede ser adecuado para el desarrollo de una planta. Se ha evidenciado que los bosques de roble (*Quercus spp.*) presentan una marcada diferencia en relación con sus contenidos de taninos, siendo más productivo en los suelos secos en contraste con los suelos húmedos del mismo hábitat. La máxima productividad de una planta, se logra cuando los factores ambientales favorables coinciden en forma natural con el máximo desarrollo vegetal. En el campo fisiológico, respecto a la función de los taninos en las plantas, se cree que llega a actuar como compuesto inhibidor contra el ataque de agentes patógenos (virus, bacterias y hongos). Al producirse una lesión en una planta, los taninos aceleran la cicatrización de las heridas. Factores como la luminosidad, pueden incidir en forma notoria sobre la concentración de taninos en una planta. Se ha demostrado que los manglares que desarrollan en las costas del Océano Índico, al este de África, están expuestos a una mayor luminosidad, resultan más ricos en contenidos de taninos, siendo más productivos los de suelos secos en contraste con los de suelos húmedos (Torres, 1983).

En general, se considera al tanino como producto de reserva, protección o de desecho del metabolismo de la planta; también participan en la formación de súber y en la función de protección, evitando la acción de plagas y enfermedades, de allí que se le atribuya acción fungicida y bacteriostática (Villanueva, 2007).

La corteza procedente de árboles jóvenes, contiene más taninos que las que provienen de árboles viejos, lo que parece natural dado que el árbol no puede suministrar a las capas externas las sustancias necesarias para que la corteza siga creciendo, a causa de los tejidos peridérmicos. Si el árbol es muy viejo y la corteza ha estado expuesta a la acción de los agentes atmosféricos durante todo ese tiempo, se llega a la destrucción irremisible de gran parte de los taninos contenidos en ella, razón por la que su pérdida en la parte más extrema de la corteza es importante (Yague, 1967).

### 2.2.3 IMPORTANCIA Y USOS

La utilización de estos principios en el curtido se debe a la particularidad de convertir una piel en cuero. Un cuero debidamente curtido tiene la ventaja de ser flexible y durable. Según el elemento curtiente utilizado, los cueros además de tomar un color característico, se tornan inmunes contra el ataque de agentes externos (virus, bacterias, hongos) y no se hinchan o hidrolizan al contacto del agua. Por la propiedad que tienen los taninos de reaccionar en forma fácil con las sales férricas, desdoblándose en productos de tonos muy variados, se les ha utilizado universalmente en la tintorería y por ende en la elaboración de tintas. Los taninos, en ciertas condiciones pueden obrar como medios clarificantes y al propio tiempo como medios preservativos, utilizándose en la industria de enlatados y envasados de productos como jabones, sardinas, encurtidos, jugos, vinos, drogas, etc. Ingentes cantidades de taninos se han utilizado en perforaciones petroleras, ya que reduce la cohesión de los lodos. Asimismo, los taninos de muchas plantas han sido utilizados en la medicina popular para la curación de enfermedades, por su carácter astringente e inhibidor contra ciertos agentes externos; sin embargo, los taninos utilizados en dosis inapropiadas pueden tornarse peligrosos, produciendo enfermedades y tumores (Torres, 1983).

Las aplicaciones de las drogas con taninos son limitadas y derivan de sus propiedades astringentes. Por vía interna ejercen un efecto antidiarreico y antiséptico, por vía externa impermeabilizan las capas más externas de la piel y mucosas, protegiendo así las capas subyacentes; a esto hay que añadir un efecto vasoconstrictor sobre los pequeños vasos superficiales. Al precipitar las proteínas, los taninos originan un efecto antimicrobiano y antifúngico, además, los taninos son hemostáticos y como precipitan los alcaloides pueden servir de antídoto en caso de intoxicación (Bruneton, 1991).

Son muchas las fuentes de taninos vegetales, en el cuadro 3 se presenta un listado de las principales materias primas para obtener taninos vegetales.

**Cuadro 3** Recursos vegetales usados como fuentes de taninos

Parte usada	Nombre vulgar	Nombre científico	Contenido tánico (%)
Madera	Catecú	<i>Acacia catecú</i>	35 – 55
	Quebracho	<i>Schinopsis balansae</i>	18 – 22
	Tizra	<i>Rhus pentaphylla</i>	17 – 23
	Urunday	<i>Astronium balansae</i>	11 - 16
Corteza	Babel	<i>Acacia arábica</i>	14
	Acacia	<i>Acacia dealbata</i>	20
	Casia	<i>Pithecelobium dulce</i>	25
	Eucalipto	<i>Eucalyptus astrigens</i>	15 – 18
	Mimosa	<i>Acacia molissima</i>	15 – 17
	Myrtan	<i>Eucalyptus wandoo</i>	40 – 57
	Pino de Monterrey	<i>Pinus radiata</i>	17 – 18
	Castañola	<i>Terminalia cattapa</i>	23
Hojas	Pashaco	<i>Schizobium sp.</i>	9.8 – 10.8
	Badan	<i>Bergenia crassifolia</i>	16
	Gambier	<i>Naucllea gambier</i>	40
	Lentiscos	<i>Pistacia lentiscos</i>	18.2
	Roldón	<i>Coriaria myrtifolia</i>	18.3
Frutos y vainas	Zumaque	<i>Rhus coriaria</i>	22 – 32
	Agarrobilla	<i>Caesalpinia brevifolia</i>	44 – 50
	Babel	<i>Acacia arabica</i>	20 – 30
	Divi – divi	<i>Caesalpinia coriaria</i>	45.5
	Mirabolanos	<i>Terminalia chebuia</i>	30 – 40
	Tara	<i>Caesalpinia spinosa</i>	30 – 55
Formaciones Patológicas	Valonea	<i>Quercus aegilops</i>	30 – 40
	Nueces de Agallas	<i>Quercus infectoria</i>	36 – 58
	Agallas knopperrn o Agallones	<i>Quercus tozae</i>	30
	Agallas de china	<i>Rhus seinalata</i>	77

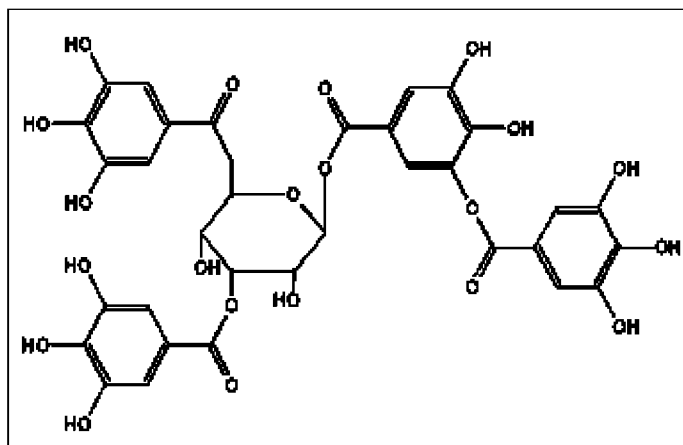
Fuente: Aquino, D. 1980.

## 2.3 TANINOS DE LA TARA

### 2.3.1 QUÍMICA O ESTRUCTURA

El principal componente del tanino de la tara esta basado en la estructura del acido gálico (figura 14), de este modo, se diferencia de otros miembros del grupo taninos hidrolizables que está basado sobre un galotanino y un elagitanino. La posición del número largo de

anillos galotánicos del tanino de la tara, podría dar la formación de la estructura en tres dimensiones (Haslam E., 1989).



**Figura 14** Tanino de la tara *Caesalpinia spinosa*

**Fuente:** Haslam E., 1989

### 2.3.2 ESTUDIOS DE CUANTIFICACIÓN DE TANINOS DE TARA

El contenido en taninos de la tara varía mucho según las distintas condiciones ecológicas en que se encuentre la planta, estando comprendido entre 35 % y 55 %. El tanino contenido en las vainas de tara es de singular valor para la obtención de curtidos de color claro, debido a que da poco color al cuero y además es muy apropiado para las pieles de oveja, produciendo cuero suave casi blanco (FAO, 1975).

En análisis realizados al fruto de tara, se obtuvieron siguientes resultados de muestras procedentes de diferentes lugares y/o autores; (ver cuadro 4).

**Cuadro 4** Análisis del tanino de la vaina del fruto de la Tara (*Caesalpinia spinosa*)

Análisis	NN	San Marcos, Cajamarca	Talavera, Apurímac	Huanta, Ayacucho
Tanino*	54,1 %	65,3 %	50.8 %	49.7 %
No-tanino	18,7 %	24,2 %	17.9 %	21 %
Humedad	9,8 %		12.8 %	12.5 %
pH		3,5		
Autor	Torner	Cacho, 1980	Tupayachi,	Tupayachi,

**Fuente:** Torner, 1952; Tupayachi,\* método polvo de piel

Los resultados de un estudio de taninos de tara expresados en base fruto seco, varió entre 38,7 % a 58,8% con un valor promedio de 55%, considerando muestras de las localidades de Cochamarca (Cajamarca), Anta (Ancash), Pagash (La Libertad), Pacaycasa (Ayacucho) y Callahuanca (Lima). La tara proveniente de la localidad de Cochamarca, es la que presentó el más alto contenido de taninos 58.8% (Verástegui J. y León B., 1994).

### 2.3.3 USO DE LOS TANINOS DE LA TARA

Estos compuestos químicos se utilizan en forma directa como tanino para el curtido de cueros, otorgándole un color blanco que es muy apreciado en la obtención de matices. Las curtientes mezclan el extracto tánico con otros curtientes. También se emplean en la fabricación de plásticos, conservación de aparejos de pesca, clarificador de vinos, industria farmacéutica, etc. Un elemento fundamental de los taninos es el ácido gálico, el cual es utilizado como antioxidante en la industria del aceite, como decolorante en la industria de la cerveza, así como en la elaboración de tintes, manufactura de papel, litografía y fotografía (REDFOR, 1996).

Se considera al fruto de la tara para el desarrollo de sustitutos del fenol en adhesivos de fenol-formaldehído. La concentración de taninos es grande en las vainas y es especialmente usado en la fabricación de cueros para muebles (Garro J. et al, 1997).

## 2.4 GOMAS NATURALES

### 2.4.1 DEFINICIÓN

Las gomas son 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. El término goma se aplica a una gran variedad de sustancias con características viscosas (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).

Las gomas son de estructura compleja, la presencia de al menos un ácido hexaurónico es constante y el polímero no es nunca lineal: es ramificado o, por lo menos, presenta partes



irregulares que rompen la linealidad, lo que condiciona su comportamiento en disolución. Las gomas son características de regiones semiáridas y son frecuentes en las leguminosas en particular (Bruneton, 1991).

El termino goma es aplicable en tecnología de alimentos a aquellos materiales solubles o dispersables en agua que proporcionan un aumento de viscosidad o constancia del gel en los sistemas alimenticios. A las gomas también se les conoce como hidrocoloides o espesantes. Las gomas producidas por las semillas de algunas leguminosas están formadas principalmente de polisacáridos hidrocoloidales de alto peso molecular, compuestos de unidades de galactosas y manosa combinadas a través de enlaces glicosídicos, que químicamente son descritos como galactomanos. En el cuadro 5 se observan fuentes de gomas naturales (Manson, citado por Rojas, 1991).

**Cuadro 5** Fuentes naturales de gomas

De árboles	De semilla	De extracto de algas	Sub producto de la madera
Karaya	Tara	Furcellarán	Arabino galactanos
Gatti	Algarroba	Garragenina	-
Arábiga	Linaza	Agar	-
Tragacanto	Tamarindo	Alginatos	-
Zapote	Guar	-	-

*Fuente: Rojas, 1991*

#### 2.4.2 IMPORTANCIA Y USOS

La goma natural tiene como principal función la de retener agua en alimentos, como consecuencia de sus características para formar enlaces con el agua a través del puente hidrógeno; esto determina el aumento de la viscosidad como consecuencia de la disminución de la fluidez, que en algunos casos puede llegar a formar un gel (Villanueva, 2007). Las gomas se utilizan en la industria de alimentos y farmacéutica (Johnson, A., 1974) como:

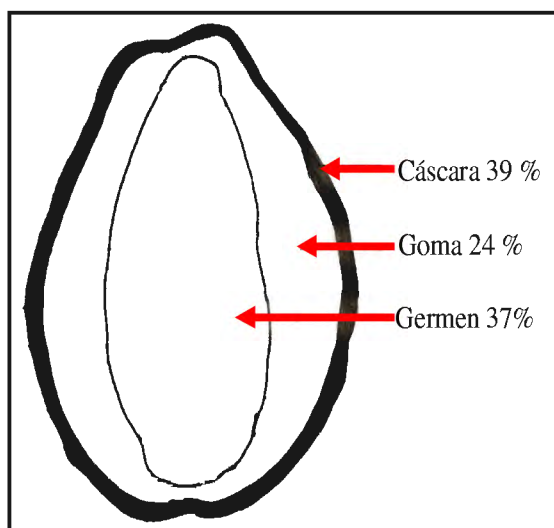
- Estabilizante, en la preparación de salsas, aderezos, ensaladas.
- Espesante, en la preparación de cremas para repostería, helados.
- Emulsificante, en la preparación de mayonesa, pastas dentífricas.

- Gelificante, en la preparación de mermeladas, confites, productos lácteos, cárnicas.
- Clarificante, n la industria cervecera, elaboración de jugos.
- Encapsulante, en la elaboración de pesticidas, productos deshidratados.

## 2.5 GOMA DE TARA

### 2.5.1 ASPECTOS GENERALES

La goma de tara, se obtiene a partir del endosperma de la semilla, solicitado por su origen natural en la industria de alimentos como helados, yogurt, mermelada, helados, mostaza y *ketchup*, además, empleadas en la industria textil así como de productos de tocador como jabones. La semilla (figura 15) representa en peso el 33 – 38 % de la vaina. En la semilla de tara, en su conformación se encuentra compuesta por: cáscara (39 %), germen (37 %), goma (24 %) (Villanueva, 2007). En la figura 15 se puede observar la estructura de la semilla de tara y sus porcentajes.

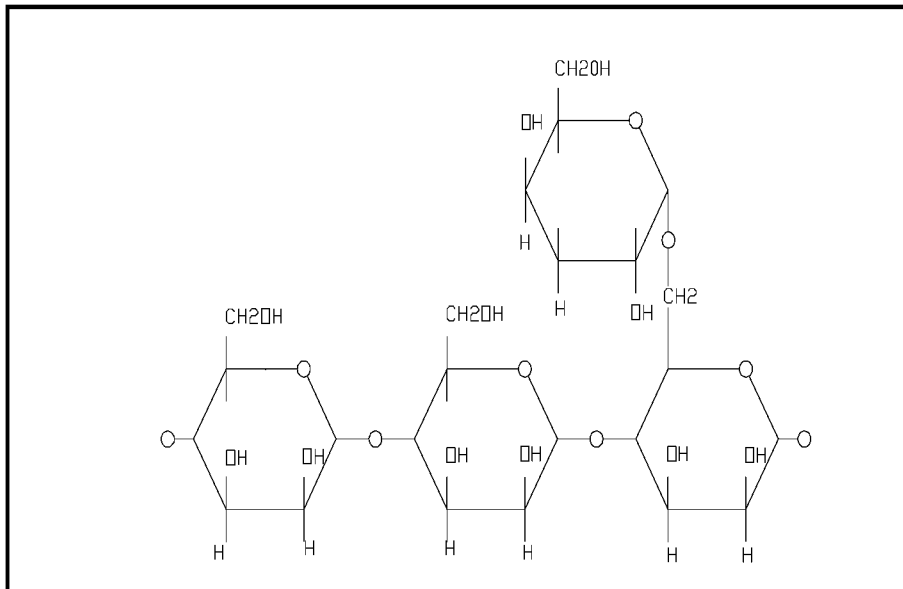


**Figura 15** Estructura morfológica de la semilla de tara.

### 2.5.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA GOMA DE TARA

La goma de tara está compuesta por manosa y galactosa en una relación 3:1, totalmente diferente a la goma de Guar y Garrofin, conteniendo predominantemente manosa (60%-

80%) y galactosa (40%-20%) esto es de 3:2 y 4:1 (Villanueva, 2007). En la figura 16 se encuentra representada la conformación química de la goma de tara.



**Figura 16** Representación del galactomano de la goma de tara

**Fuente:** Elaboración propia

Los componentes monoméricos que conforman sus hidrocoloides son la galactosa y manosa, encontrándose estas en un porcentaje y relación los cuales de muestra en el cuadro 6 (Siccha et al, 1994).

**Cuadro 6** Relación de los azúcares presentes en la goma de tara

<b>Azúcar</b>	<b>%</b>
Manosa	70,9
Glucosa	1,90
Galactosa	24,41
Arabinosa	2,80
Relación:Galactosa:Manosa	1:2,9

**Fuente:** Siccha et al, 1994

### 2.5.3 PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LA GOMA DE TARA

Estudios realizados a la goma de la tara, concluyen que las gomas a soluciones acuosas cuyo flujo tiene característica de viscosidad promedio de 4000 cp a 98 °C. El peso molecular promedio obtenido fue de 351 400 (Siccha y Lock de Ugaz, 1994).

En el cuadro 7, se muestran las propiedades de la goma de tara *Caesalpinia spinosa* comparada con otras gomas del género *Caesalpinia*, en solución acuosa 1 %.

**Cuadro 7** Propiedades físicas de las gomas de la *Caesalpinia paipai*, *Caesalpinia spinosa* y *Caesalpinia gilliesii*.

<b>PROPIEDADES</b>	<i>Caesalpinia paipai</i>	<i>Caesalpinia spinosa</i>	<i>Caesalpinia gilliesii</i>
<b>Fría (25 °C)</b>	40 - 50%	50 – 60%	15 - 30%
<b>Caliente (98 °C)</b>	Completa	Completa	Completa
<b>Tiempo Disolución (h)</b>	2	2	2
<b>Viscosidad (cp.)</b>			
Fría (á 25 °C)	1000 – 1500	1500 – 3000	500 - 850
Caliente (á 98 °C)	3000 – 4000	3000 – 4200	1200 - 2100
<b>Solubilidad Etanol</b>	Insoluble	Insoluble	Insoluble
<b>pH</b>	3 – 10	3 – 10	3 – 10
<b>Peso molecular</b>	281500	351400	221400

Fuente: Siccha y Lock de Ugaz, 1994

### 2.5.4 OBTENCIÓN Y USOS DE LA GOMA DE TARA

En el procesamiento comercial de la goma de tara, se separa el endosperma de la cáscara y del germen por un proceso térmico-mecánico, usándose una molienda diferencial ya que existe una diferencia en la dureza de cada componente. Luego se clasifica e ingresa a un selector óptico; saliendo con una limpieza del 98%. Terminando después la limpieza. El endosperma separado, que contiene 80% galactomano, se muele finalmente a un tamaño de partícula fino y se vende como goma de Tara. Esta molienda se hace en varias fases y cernido. Se usan molinos de martillos, de roce o de rodillo. Se puede obtener hasta un 24% de goma de la semilla (REDFOR, 1996).

La goma de tara tiene su mayor aplicación en la industria alimentaria como estabilizante, emulsionante o espesante de los alimentos, bebidas y medicinas, regulando la viscosidad de la fase acuosa, así como fijador de aromas y saborizantes en las gaseosas, aunque

siendo de aplicación también en otras industrias como la cosmetología, también se usa en minería, papelera, textil, sanitaria, petrolera, etc. La goma de tara tiene efectos gelificantes y de suspensión viscosa cuando son empleadas en bajas concentraciones (1 %) (Villanueva, 2007).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 ZONA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en la zona de las lomas de Atiquipa, distrito de Atiquipa, provincia de Caravelí, región Arequipa, entre los  $15^{\circ}43'10''$  y los  $15^{\circ}47'41''$  LS y entre los  $74^{\circ}20'58''$  y los  $74^{\circ}22'47''$  LW, en la zona norte de Arequipa.

La fase de recolección se realizó en la zona denominada “Cerro Iloque”, donde la comunidad campesina definió un área de protección de 200 ha, delimitada por un cerco de alambres para evitar el paso del ganado que se encuentra distribuido en las lomas, disminuyendo el deterioro del hábitat y favoreciendo la regeneración de la vegetación. Esta zona, entre  $15^{\circ}45'36''$  y  $15^{\circ}45'55''$  LS y  $74^{\circ}22'41''$  y  $74^{\circ}22'25''$  LW. En la figura 17 se muestra la zona de recolección y la ruta tomada para la elección de los árboles. Los árboles elegidos fueron ubicados en coordenadas UTM y altitud (msnm); en el cuadro 8 se observa las coordenadas de ubicación de los árboles.

La fase experimental se desarrolló en el laboratorio del Área de Transformación Química del Departamento Académico de Industrias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).



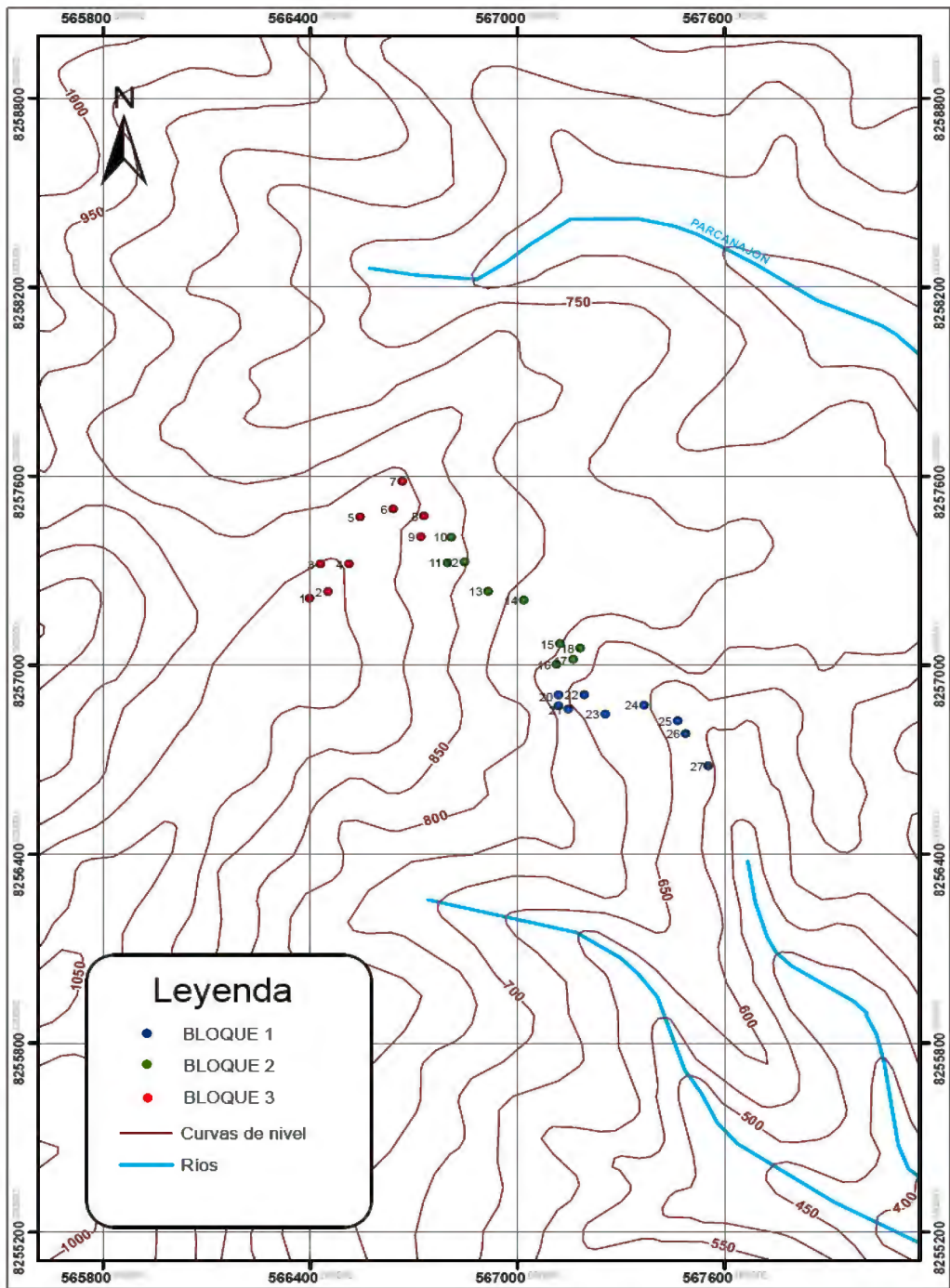
Figura 17 Croquis de la ruta de recolección de los frutos de la tara

Fuente: Google Earth, 2008

**Cuadro 8** Altitud y ubicación en coordenadas UTM de los árboles muestreados.

<b>Nº Árbol</b>	<b>Altitud (msnm)</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>
1	961	566400	8257211
2	958	566452	8257232
3	952	566431	8257320
4	947	566513	82577320
5	941	566546	8257469
6	928	566642	8257495
7	916	566668	8257582
8	893	566731	8257473
9	860	566722	8257406
10	859	566810	8257405
11	858	566799	8257323
12	850	566848	8257326
13	820	566917	8257233
14	787	567020	8257205
15	750	567125	8257067
16	730	567115	8257001
17	735	567163	8257017
18	730	567183	8257053
19	720	567121	8256904
20	727	567121	8256869
21	715	567149	8256859
22	690	567194	8256904
23	670	567256	8256843
24	653	567369	8256872
25	638	567465	8256822
26	631	567789	8256780
27	610	567553	8256678

En la figura 18 se muestra la ubicación de los árboles de tara seleccionados para la recolección de sus frutos y su posterior análisis.



**Figura 18** Mapa de ubicación de los árboles de tara, en las lomas de Atiquipa. Escala 1 : 15,000

**Fuente:** Carta Nacional, 2006



## **3.2 MATERIALES Y EQUIPOS**

### **3.2.1 MATERIALES DE CAMPO**

#### **3.2.1.1 MATERIA PRIMA**

- Vainas de tara, para la obtención de taninos
- Semillas de tara, para la obtención de goma

Las cantidades recolectadas se encuentran descritas en el anexo 21.

#### **3.2.1.2 MATERIALES DE RECOLECCIÓN**

- Cinta métrica
- Wincha
- Brújula
- GPS
- Bolsas plásticas
- Costales
- Machete
- Prensa
- Libreta de campo
- Pintura amarilla
- Brocha
- Cuchilla

### 3.2.2 MATERIALES DE LABORATORIO

#### 3.2.2.1 EQUIPOS

- Balanza analítica OHAUS; modelo AP105 de 200 g con precisión de 0.0001 g
- Trampa Dean-Stark
- pH metro
- Viscosímetro Brookfield RVF-220
- Agitador magnético
- Estufa eléctrica de calentamiento marca Heraeus; temperatura regulable de 0° a 300°C
- Mufla
- Baño María
- Cocina eléctrica
- Equipo Soxhlet

#### 3.2.2.2 MATERIALES

- Crisoles de porcelana
- Vasos de 50, 100, 250 , 600 y 2000 mL
- Balones de 100 mL
- Matraces Erlenmeyer de 250 mL
- Recipientes de aluminio
- Espátula
- Baguetas
- Agua destilada

- Papel filtro rápido y lento
- Pipetas
- Fiola de 1 L, 250 mL y 100 mL
- Embudo de vidrio
- Bureta de 50 mL
- Tamiz 100 mesh (285  $\mu\text{m}$  de abertura)
- Guantes aislantes
- Probetas de 100, 250 y 500 mL
- Soporte universal

#### 3.2.2.3 REACTIVOS

- Tolueno
- Etanol 96°
- Permanganato de sodio 0,1 N
- Índigo de carmín
- Ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

#### 3.2.3 MATERIALES DE GABINETE

- Calculadora científica
- Computadora

#### 3.2.4 EQUIPO PERSONAL

- Mochila

- Botiquín de primeros auxilios
- Cámara fotográfica

### 3.3 METODOLOGÍA

#### 3.3.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS ÁRBOLES EVALUADOS

Las alturas de los árboles evaluados, en Atiquipa, van desde los 3 m hasta los 12 m, los diámetros de copa se encuentran entre los 8 m. hasta los 3 m. (ver anexo N° 22). En las lomas de Atiquipa se pudo observar árboles en precaria situación (figura 19) es probable que sea por la avanzada edad de los árboles. También se observó presencia de epifitas en algunos árboles y en otros casos individuos muy ramificados (ver anexo 1). Los árboles ubicados en las partes altas de las lomas en su mayoría presentan musgo y líquenes.

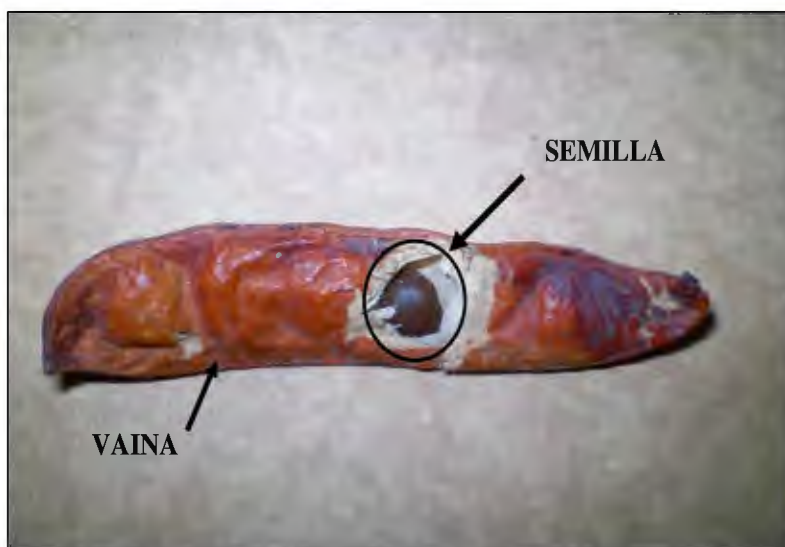


**Figura 19** Árbol de tara de avanzada edad

### 3.3.2 COLECCIÓN DE LOS FRUTOS DE TARA

Durante la recolección de frutos de tara, en las Lomas de Atiquipa, para el presente estudio, se observó frutos atacados por diferentes agentes. El mayor defecto que se observó entre los frutos fue que, una gran cantidad de ellos se encontraban sin semillas, y por lo tanto se presume que fueron atacadas por animales menores, probablemente roedores, que se alimentan de las semillas. También se pudo observar que las semillas presentaban defectos como es la ausencia del embrión (germen) causado por el ataque de un insecto perteneciente a la familia de los coleópteros, el cual se observó en el momento de la recolección.

Los frutos recolectados en las Lomas de Atiquipa tienen entre 6 y 10 cm de largo con un promedio de 8 cm y de ancho entre 1.9 a 1.5 cm; en la figura 20 se observa el interior de la vaina de tara. La longitud de los frutos maduros provenientes de Pagash - La Libertad son de, 5,8 cm. de longitud en promedio, mientras que los frutos de Ayacucho y Cajamarca son de 10,4 y 11,4 cm. respectivamente. De las zonas muestreadas San Marcos (Cajamarca), Pacayasa – Huamanga (Ayacucho) y Callahuanca – Huarochirí (Lima) tienen rangos de valores promedios de las dimensiones: Largo 5.8 – 11.4 cm. y ancho 1.7 – 2.4 cm. (Verástegui J. y León B. 1994). Los frutos de Tara (figura 21) provenientes de las lomas de Atiquipa, tienen dimensiones similares a los frutos provenientes de Ayacucho y Cajamarca a diferencia de los frutos provenientes de la La Libertad que registra dimensiones menores.

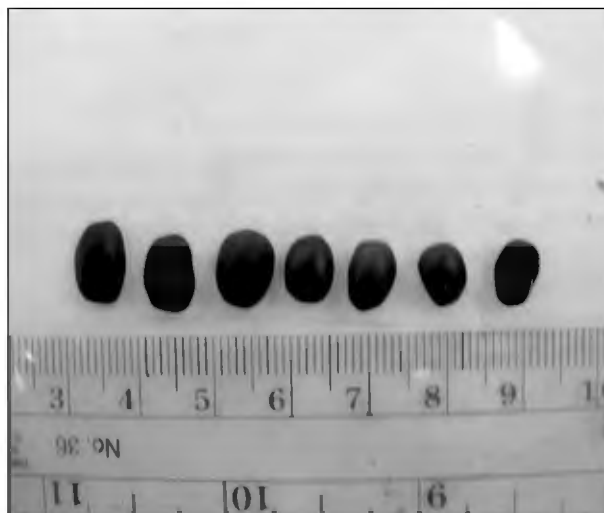


**Figura 20** Vaina de tara



**Figura 21** Frutos de tara provenientes de las Lomas de Atiquipa

De los 27 árboles se recolecto un total de 6,8 kg de fruto; del total de los frutos recolectados se obtuvo 2,2 kg de semillas, esto representa el 31.7 % con respecto al fruto. En las vainas se pueden encontrar entre 3 y 7 semillas; estas semillas miden un promedio de 7.3 mm de largo por 4.8 mm de ancho y 3.8 mm. de espesor. El color del fruto es de naranja rojizo. Semillas de tara provenientes del distrito de San Marcos en Cajamarca tienen dimensiones similares comparadas con las semillas de Atiquipa.



**Figura 22** Semillas del fruto de tara de las Lomas de Atiquipa

### 3.3.3 MÉTODO DE RECOLECCIÓN

Para el presente estudio se recolectaron los frutos provenientes de 27 árboles de tara; previamente se realizó un reconocimiento del área de estudio, donde se observó las características de la zona y de los individuos evaluados. Los frutos fueron recolectados del suelo, alrededor del árbol; se seleccionaron los frutos, ya maduros, con las mejores características, con semillas y fruto entero, no se tomó en cuenta frutos con algún tipo de ataque de insectos u hongos o en estado de descomposición.

La elección de los 27 árboles fue al azar y en forma descendente, es decir, se escogió árboles desde las partes más altas situados a 1000 msnm de la loma llamada “Lloque” hasta los 600 msnm. El diseño experimental se realizó por bloques, los cuales están en función a los pisos altitudinales. La evaluación de los árboles fue realizada entre el 8 y 10 de mayo del 2006 y la recolección de los frutos entre el 11 y el 17 de mayo del mismo año.

#### 3.3.2.1 TAMAÑO DE MUESTRA PARA LA EVALUACIÓN DE TANINOS

Para el análisis de taninos, los árboles muestreados se distribuyeron en tres bloques de estudio y tres clases diamétricas (cuadro 9). El modelo estadístico aplicado para el análisis de los resultados en taninos fue de  $3^2 \times 3$  repeticiones, con un total de 27 árboles evaluados. Las clases diamétricas fueron determinadas según el método de Bueno (1978):

**Cuadro 9** Bloques y clases diamétricas de árboles elegidos, para la evaluación de taninos

BLOQUE		CLASE DIAMÉTRICA	
		Rango	Nº árboles
I	<725-620]	[6-30>	3
		[30-50>	3
		[50-96>	3
II	<859-730>	[6-30>	3
		[30-50>	3
		[50-96>	3
III	[1000-860>	[6-30>	3
		[30-50>	3
		[50-96>	3

### 3.3.2.2 TAMAÑO DE MUESTRA PARA LA EVALUACIÓN DE GOMAS

Las gomas se evaluaron agrupándolas en dos bloques; en este caso, la muestra de cada bloque corresponde a la mezcla de la goma de las semillas de los frutos de los árboles dentro de cada bloque, I y III (cuadro 10). En este caso, la elección de sólo dos bloques para el análisis fue porque, en el caso de gomas, se esperó tener resultados diferenciados por influencia de las zonas altas de las lomas (bloque III) con una mayor cubierta vegetal herbácea y contenido de humedad a comparación de las zonas bajas (bloque I) desprovistas de cubierta vegetal herbácea y menos contenido de humedad, lo que podría generar variación en la calidad de la goma.

**Cuadro 10** Diseño de bloques para el análisis de gomas

BLOQUE		REPETICIONES
I	<725-620]	3
III	[1000-860>	3

### 3.3.4 PREPARACIÓN DE LA VAINA PARA OBTENCIÓN DE TANINOS

Se recolectó un aproximado de entre 300 g y 500 g de vaina por árbol, para su posterior separación de la vaina y las semillas. La cáscara pasa por un proceso de molienda, esta



fue realizada en un molino de disco manual. Dicha cáscara molida fue pasada por un tamiz de 100 mesh para poder obtener un polvo fino de tamaño de partícula 285  $\mu\text{m}$ , posteriormente fue almacenado en bolsas herméticas y codificados para diferenciar las muestras de cada árbol.

### 3.3.5 PREPARACIÓN DE LAS SEMILLAS PARA LA OBTENCIÓN DE GOMA

Las semillas de los frutos obtenidos de los árboles de cada bloque, I y III, fueron reunidas para formar una sola muestra representativa de cada bloque. Estas muestras fueron primero sometidas a una molienda gruesa, con una herramienta metálica; una vez molida, se separó las féculas con ayuda de un estilete, la parte restante fue molida utilizando un tamiz N° 20. De esta manera se obtuvo partículas de donde se separó con facilidad, manualmente, los fragmentos del endosperma libres de cáscara, que corresponde a la goma de la semilla y posteriormente fue acondicionada a temperatura ambiente y envasado en bolsas herméticas hasta su posterior análisis. En la figura 23 se observa el proceso de obtención de las muestras para análisis.

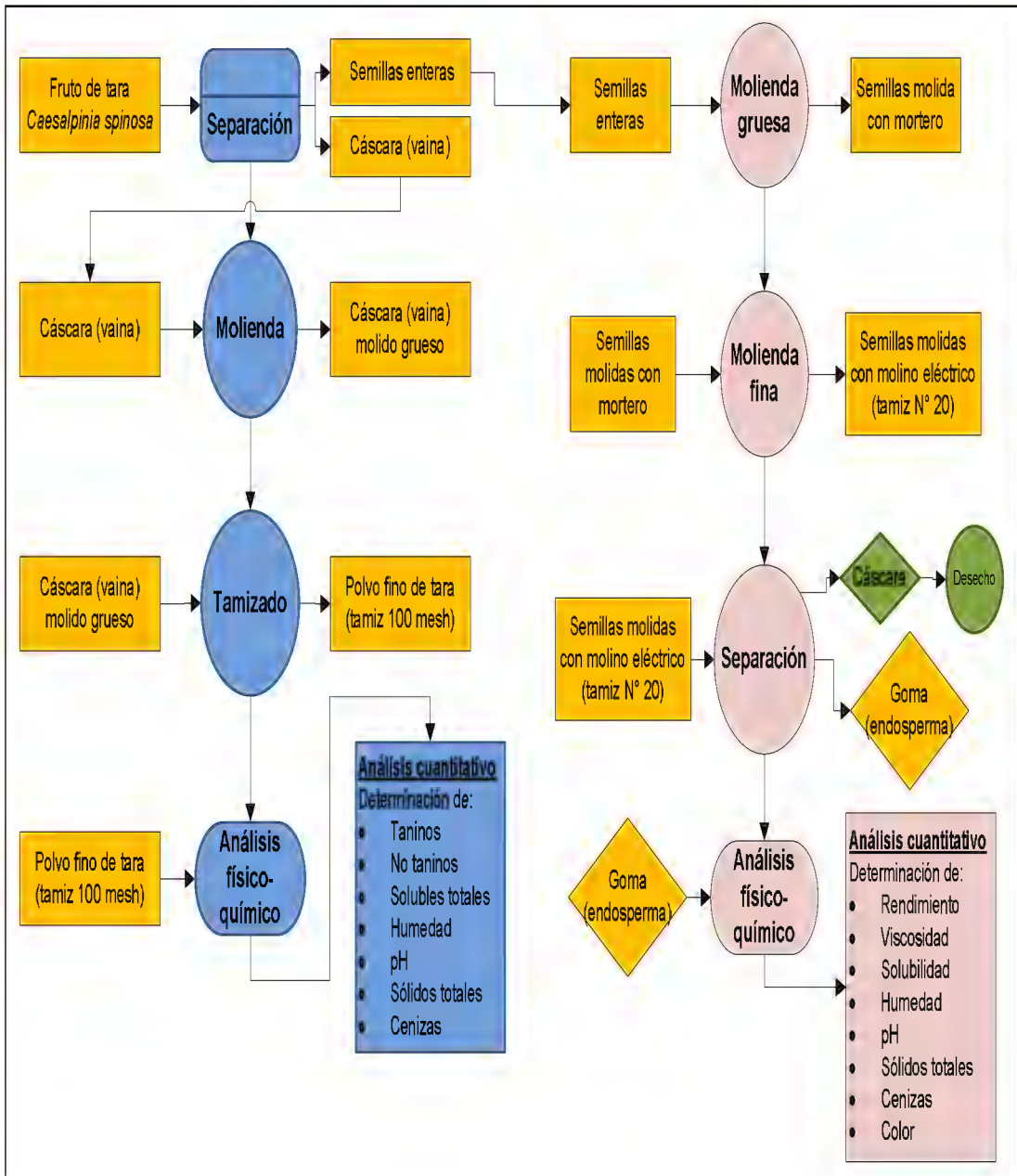


Figura 23

Diagrama del proceso para el análisis del fruto de la tara

### 3.3.6 ANÁLISIS EFECTUADO A LA VAINA MOLIDA DE TARA Y A LA GOMA DE LA SEMILLA DE TARA

#### 3.3.5.1 ANÁLISIS A LA VAINA MOLIDA DE TARA (TANINOS)

El análisis para determinar la cantidad de taninos se obtuvo aplicando el método volumétrico A.O.A.C. # 30.018 (1984), (ver anexo 4); se analizaron, según el diseño experimental, las muestras de 27 árboles.

##### a) Solubles totales

Se determinó según norma A.O.A.C. (1980); N° 932.12 (anexo 2), empleando un refractómetro.

##### b) No taninos

Se determina por el cálculo siguiente:

$$\text{No Taninos} = \text{Taninos} - \text{Solubles totales}$$

Esta fórmula esta adoptada por la Asociación Química Española de la Industria del Cuero denominado destanización directa. (Aquino, D. 1980)

##### c) Humedad

Se utilizo el “Método de Humedad Gravimétrica”, según Norma NTP 251.010, 1980 (ver anexo 5).

##### d) pH

Se determinó mediante el uso de un potenciómetro, según Norma AOAC, parte 981.12, 1995 (ver anexo 9).

##### e) Sólidos totales

Para determinar los sólidos totales en función a la Norma NTP 319.150 (1975), que consistió en tomar con una pipeta volumétrica de 10 mL de la solución analítica (extracto), mezclada y homogenizada. Luego, se traspasó a una cápsula previamente pesada. La cápsula con el residuo se sometió a la estufa a  $105 \pm 2$  ° C, por 24 horas. Posteriormente,

se retiró la cápsula, y se dejó enfriar en un desecador durante 20 minutos, para luego determinar su peso en balanza analítica (ver anexo 10).

Cálculos:

$$\% \text{ Sólidos} = \frac{V \text{ (ml)} * ps \text{ (g/ml)}}{ps \text{ (g)}}$$

Donde:

V: Volumen del extracto obtenido

ps: peso seco de muestra de materia prima

#### f) Cenizas

Las cenizas de la vaina molida de tara se determinaron mediante la Norma AOAC 1995 parte 942.05, a  $900^{\circ} \text{C} \pm 25^{\circ} \text{C}$  (ver anexo 10).

### 3.3.5.2 ANALISIS A LA GOMA DE LA SEMILLA DE TARA

#### a) Rendimiento (R%)

Se determinó el rendimiento en masa (R%), de manera indirecta, a partir del residuo de cáscara de la semilla, luego de obtener la goma, extraída por dilución en agua desionizada. La goma extraída, en dilución. El rendimiento se obtuvo mediante la fórmula siguiente:

$$R\% = \frac{Mi \text{ (gr)} - Mf \text{ (gr)}}{Mi \text{ (gr)}} \times 100$$

Donde:

Mi: masa seca de semilla, sin fécula (incluye masa de cáscara + masa de goma)

Mf: masa seca de semilla extraída, sin fécula y sin goma (equivale a masa de cáscara)

#### b) Viscosidad

Las mediciones se llevaron a cabo en un Viscosímetro Brookfield RVF-220 utilizando una aguja N° 3 a 20 RPM. Se realizó en base a la Norma ASTM D1084-63 (ver anexo 7),

tomando como referencia la norma AOAC 1984 parte 10.017. El resultado se expresó en centipoises (cp).

**c) Solubilidad**

Es determinada por adición de cantidades diferentes de la muestra a un volumen definido de agua destilada y etanol. Si bien se sabe que las gomas no son solubles en compuestos orgánicos, se utilizaran 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. Se prepararon soluciones acuosas de la goma investigada de concentración variable de etanol (0 %, 30 %, 50 %, 70 % y 95 %) a 25° C. La determinación de la solubilidad se consigue mediante método interno del LPP, basándose en la Norma NTP 319.084 (ver anexo 6)

**d) pH**

Se determinó mediante un pH-metro. Se utilizó para este fin la Norma AOAC 1985 parte 981.12 (ver anexo 9).

**e) Cenizas**

Las cenizas se determinaron mediante la Norma AOAC 1995 parte 942.05 (ver anexo 10).

**f) Humedad**

El método utilizado fue “Método de la Humedad Azeotrópica”, descrita por *Markusson*, también denominado “Método del Tolueno” o “Método de Karl-Fischer”. Este método fue determinado mediante la Norma NTP 251.010 (ver anexo 5).

**g) Sólidos totales**

A partir del resultado obtenido en el análisis de humedad, se determina los sólidos totales (ST):

ST = 100 - % humedad (Matissek et al, 1992)

## h) Color

En la primera evaluación, dado que los colores de las gomas no se encuentran dentro de la Tabla Munsell, se utilizó la carta de colores hexagesimal de la escala de colores grises (ver anexo 20).

### 3.3.7 DISEÑO PARA ANÁLISIS

Se determinaron los análisis de la vaina de tara y de la goma de la semilla (variables dependientes) dependientes de las variables Bloque (altitud) y Clase diamétrica. En el cuadro 11 se observa el esquema de distribución de los resultados en función de los bloques y clases diamétricas.

**Cuadro 11** Diseño de los análisis para la vaina molida de tara

<b>BLOQUE (B)</b> (msnm)		<b>Clase</b> <b>Diamétrica (C)</b>	<b>Variables dependientes</b>						
			<b>T</b>	<b>ST</b>	<b>H</b>	<b>pH</b>	<b>SoT</b>	<b>Ce</b>	
I	<725-620]	[6-30>	BIC1T	BIT	BI $ST$	BI $H$	BI $pH$	BI $SoT$	BI $Ce$
		[30-50>	BIC2T						
		[50-96>	BIC3T						
II	<859-730>	[6-30>	BII C1T	BII T	BII $ST$	BII $H$	BII $pH$	BII $SoT$	BII $Ce$
		[30-50>	BII C2T						
		[50-96>	BII C3T						
III	[1000- 860>	[6-30>	BIII C1T	BIII T	BIII $ST$	BIII $H$	BIII $pH$	BIII $SoT$	BIII $Ce$
		[30-50>	BIII C2T						
		[50-96>	BIII C3T						

B=Bloque; I, II, III=Numeración de los Bloques; C=Clase diamétrica; 1, 2, 3=Numeración de las clases diamétricas;  $T$ =Taninos;  $H$ =Humedad;  $ST$ =Sólidos totales;  $pH$ ;  $SoT$ =Solubles totales;  $Ce$ =Cenizas.

Con la información obtenida, según el diseño planteado, se aplicó el análisis de variancia de los resultados (ANVA) y posteriormente se aplicó una prueba estadística de comparación de promedios, Tukey. Los resultados del contenido de taninos, obtenidos por árbol, hallados en la vaina molida de tara fueron sometidos a un análisis estadístico; los cuales se encuentran agrupados en bloques y clases diamétricas. Posteriormente, las muestras de la vaina molida de tara de cada árbol fueron combinadas manteniendo la variable bloque, es decir se tiene una muestra de polvo por cada bloque. A estas muestras se les realizaron los análisis que se muestran en el cuadro 12.

**Cuadro 12** Diseño de los análisis para la goma de la semilla de tara

<b>BLOQUE</b> <i>(msnm)</i>		<b>Variables dependientes</b>							
		<b>R</b>	<b>V</b>	<b>ST</b>	<b>pH</b>	<b>Ce</b>	<b>H</b>	<b>ST</b>	<b>Co</b>
I	<725-620]	BIR	BIH	BIST	BipH	BICe	BIH	BIST	BICo
III	[1000- 860>	BIIIR	BIIIH	BIIIST	BIIipH	BIIICe	BIIIH	BIIIST	BIIICo

B=Bloque; I, III=Numeración de los bloques; **R**=Rendimiento; **V**=Viscosidad; **S**=Solubilidad; **pH**; **Ce**=Cenizas; **H**=Humedad; **ST**=Sólidos totales; **Co**=Color.

Las variables para la goma de la semilla de tara son los bloques I y III los cuales se describen en el punto 3.3.2. Estos fueron de bloque simple y los análisis se describen en el cuadro 12.

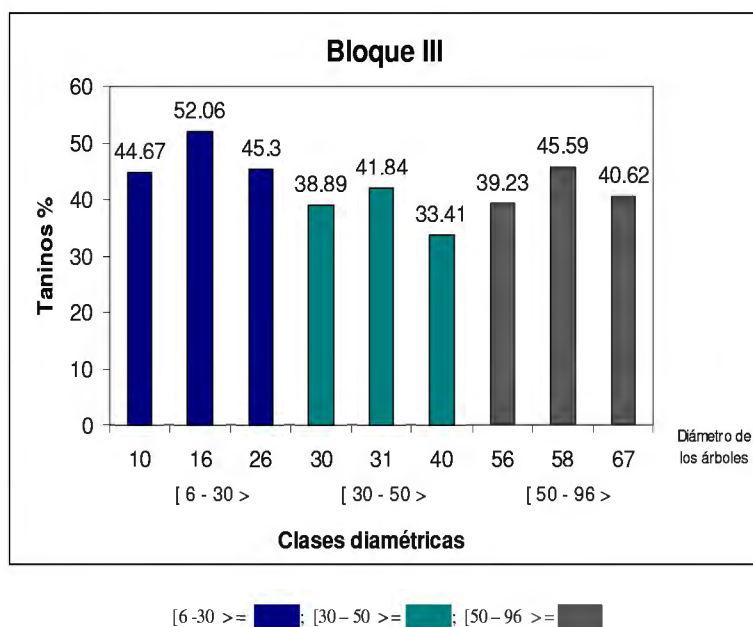
Lo que se espera con la elección de estos dos bloques elegidos para el análisis de las gomas de la semilla de tara, debido a sus condiciones ambientales y ecológicas diferenciadas de cada bloque (humedad y cubierta vegetal), se espera que los resultados reflejen la influencia del lugar de procedencia de las muestras. En el punto 3.3.2.2 se explica la elección la elección de los bloques.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 VAINA MOLIDA: TANINOS

#### a) INFLUENCIA DE LA CLASE DIAMETRICA

En la figura 24 se observan los resultados del contenido de taninos del bloque III. El mayor contenido de taninos se registra en la clase diamétrica [6 -30>, con 52.06%, siendo el árbol de 16 cm, mientras que el menor contenido de taninos se registra en la clase diamétrica [30 - 50> siendo el árbol de 40 cm. de diámetro conteniendo 33.41% de taninos. El árbol de menor diámetro (10 cm.), sus frutos contienen 44.67% de taninos y el árbol de mayor diámetro y el árbol de mayor diámetro (67 cm.) contienen 40.62%.

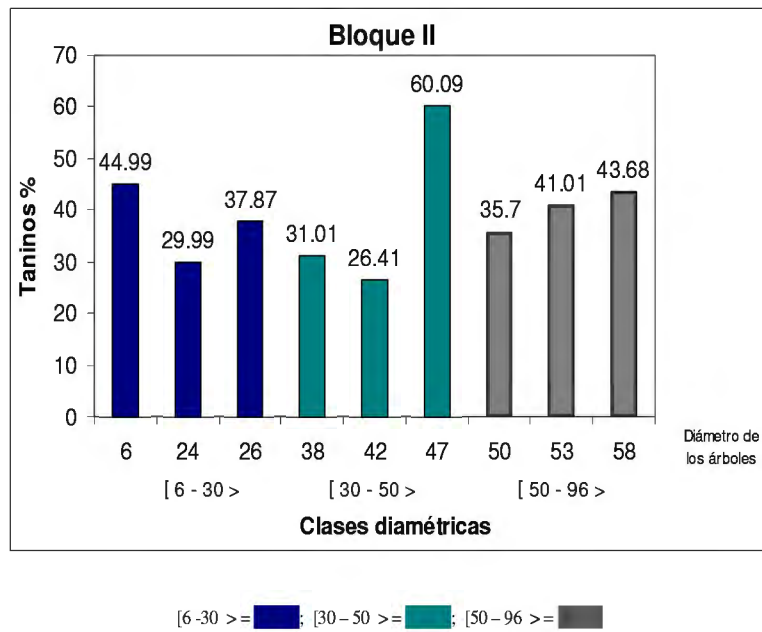


**Figura 24** Variación del porcentaje de taninos en las tres clases diamétricas en el Bloque III.

En la figura 25 se observa los resultados del contenido de taninos de los frutos provenientes del bloque II. El mayor contenido de taninos se registra en la clase diamétrica [30 -50>, con 60.1% que lo registro el árbol con 47 cm. de diámetro, el menor contenido de taninos se registra en la misma clase diamétrica con 26.41%, siendo este un

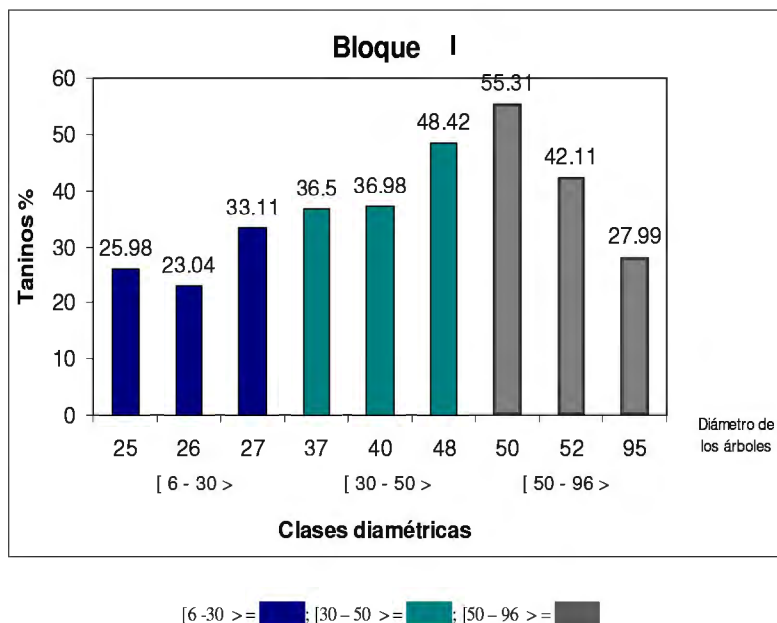


árbol de 42 cm. de diámetro. Los frutos del árbol de mayor diámetro (58 cm.) contiene 43.68% de taninos y el árbol de menor diámetro (6 cm.) contiene 44.99% de taninos.



**Figura 25** Variación del porcentaje de taninos en las tres clases diamétricas en el Bloque II.

En la figura 26 se observan los resultados del contenido de taninos de los frutos provenientes del bloque I. El mayor contenido de taninos lo registra el árbol perteneciente a la clase diamétrica [50 -96> siendo este de 50 cm. de diámetro y con un 55.31% de taninos, el menor contenido de taninos lo registra un árbol de 26 cm. de diámetro de la clase diamétrica [6 -30> con 23.04% de taninos. El árbol de mayor diámetro (95 cm.) registra 28% de taninos y el de menor diámetro (25 cm.) registra 25.98% de taninos.



**Figura 26** Variación del porcentaje de taninos en las tres clases diamétricas en el Bloque I.

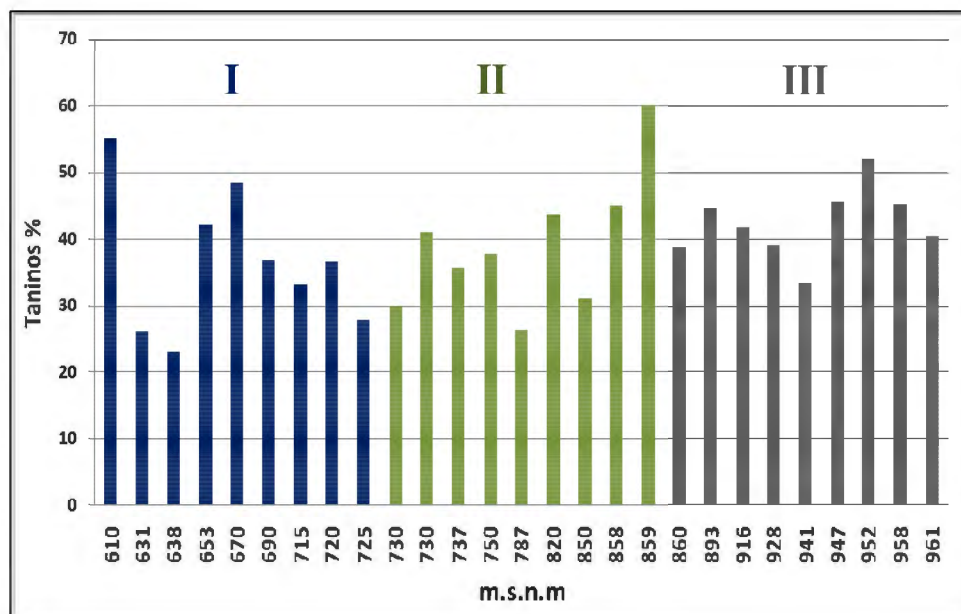
Tanto la prueba de ANVA (anexo N° 23) como la de Tukey indican que no existe significancia entre cada uno de las 3 clases diamétricas evaluadas dentro de cada bloque. Estos resultados indican que las clases diamétricas no tienen influencia sobre las variaciones de taninos, en los árboles de tara, de Atiquipa. Es probable que la edad del árbol no influya en el contenido de taninos de los frutos sino las condiciones del lugar en donde se encuentra el árbol.

#### b) INFLUENCIA DE LOS BLOQUES EN EL CONTENIDO DE TANINOS DE CADA ÁRBOL

Se decidió tomar otro tipo de variable comparando los árboles provenientes de los tres bloques de estudio, se sometió a la prueba de ANVA (anexo N° 23) y Tukey, dichas pruebas indican que no existe significancia entre los tres bloques, esto quiere decir que no es importante a qué altura se encuentra el árbol para determinar el contenido de taninos presente en los frutos, esto indica que en una misma área geográfica se puede encontrar condiciones muy variables como puede ser edáficas o climáticas, es probable que cada individuo se comporte de forma diferente a las condiciones de su entorno.

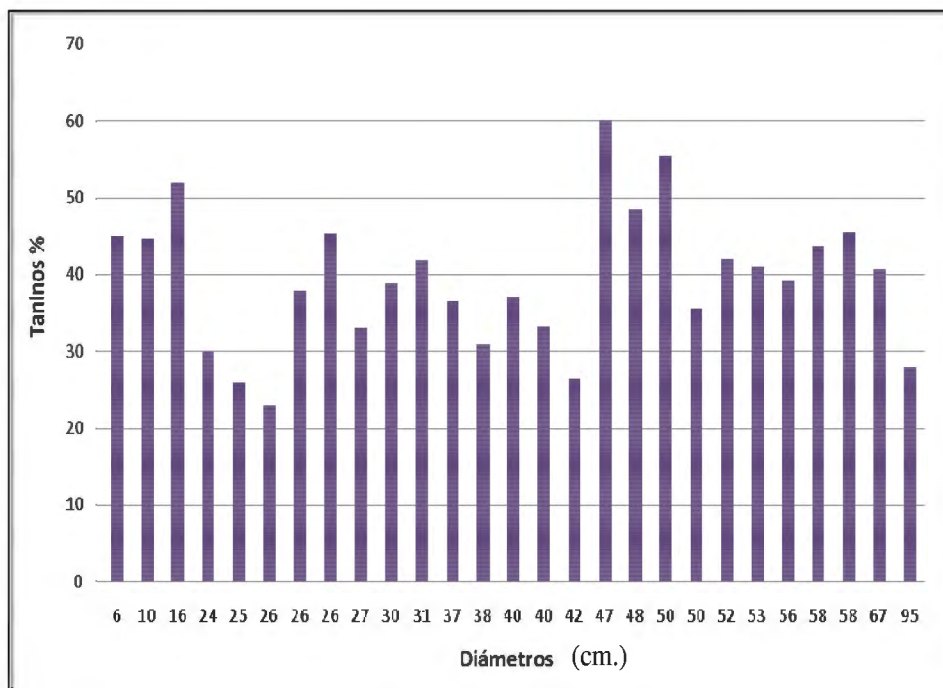
En los análisis realizados se obtuvo porcentajes de taninos desde 26.4% hasta 60 %. Los análisis realizados por bloques a la vaina molida de tara dieron como resultado para el Bloque I (44.4 %) de taninos, para el Bloque II (49.1 %) y para el Bloque III (57 %) de taninos. Los resultados encontrados están dentro de los rangos de porcentaje de taninos que se han determinado en otras zonas. Refiriéndonos a los taninos, según Villanueva, (2007) la tara de Ayacucho tiene un valor promedio de 55% de taninos. Para Verástegui J. y León B. (1994), la tara proveniente de Lima se encuentra en un rango de 38.7 % a 48.5 % de taninos, la de Cajamarca tiene de 46 % a 58.8 % de taninos y la de Ayacucho tiene un promedio de 50.4 %.

En la figura 27 se observa el contenido de taninos de la vaina molida ordenado según ubicación con respecto al nivel del mar, de forma ascendente. Los bloques (I, II, III) están diferenciados por colores.



**Figura 27** Variación del porcentaje de taninos ordenados por altitud (m.s.n.m.)

En la figura 28, se observa el contenido de taninos de la vaina molida ordenado por diámetros (cm), en forma ascendente.



**Figura 28** Variación del porcentaje de taninos ordenados diámetros del fuste (d.a.p.) de los árboles evaluados

De los 27 árboles evaluados, 21 árboles contienen taninos dentro de un rango de 30 y 55 %, este rango es similar a otros estudios<sup>1</sup> realizados.

Es probable que las condiciones en las que se encuentra la tara en las diferentes regiones sean diferentes, como puede ser, la disponibilidad de agua, condiciones edáficas o climáticas.

### c) ANÁLISIS DE LA VAINA MOLIDA DE TARA POR BLOQUE

En el cuadro N° 13 se observa los resultados obtenidos de los análisis realizados a la tara en vaina molida de tara por bloque.

<sup>1</sup>( FAO, 1975); (Verástegui J. y León B., 1994); (Aquino, D. 1980).

**Cuadro 13** Análisis realizados a la vaina molida de tara por bloque

<b>Ensayo</b>	<b>Bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>
Taninos %	44,4	49,06	57,05
Solubles totales %	24,25	26,5	26,75
No taninos %	20,15	22,56	30,3
Humedad %	10,7960	11,4805	11,2702
pH	4,150	4,183	4,116
Sólidos totales %	10,30	11,53	11,82
Genizas %	3,868	3,953	3,909

Como se observa en el cuadro 13, los porcentajes de taninos van aumentando conforme aumenta la altitud, así se tiene que el bloque III posee un mayor porcentaje de taninos que en los otros dos bloques, ya que se encuentra a una altitud mayor (860 – 1000 msnm); de la misma manera el bloque que arrojó los menores porcentajes de taninos, fue el bloque I, el cual se encuentra a una menor altitud (620 – 725 msnm).

Por otro lado, los valores de taninos encontrados en el fruto de la tara son similares a los encontrados tanto en Cajamarca como en Ayacucho, como se muestran en el punto 4.3.1. Estos valores indican que los frutos de tara de las lomas de Atiquipa son una fuente de taninos y que puede competir con frutos provenientes de otras zonas.

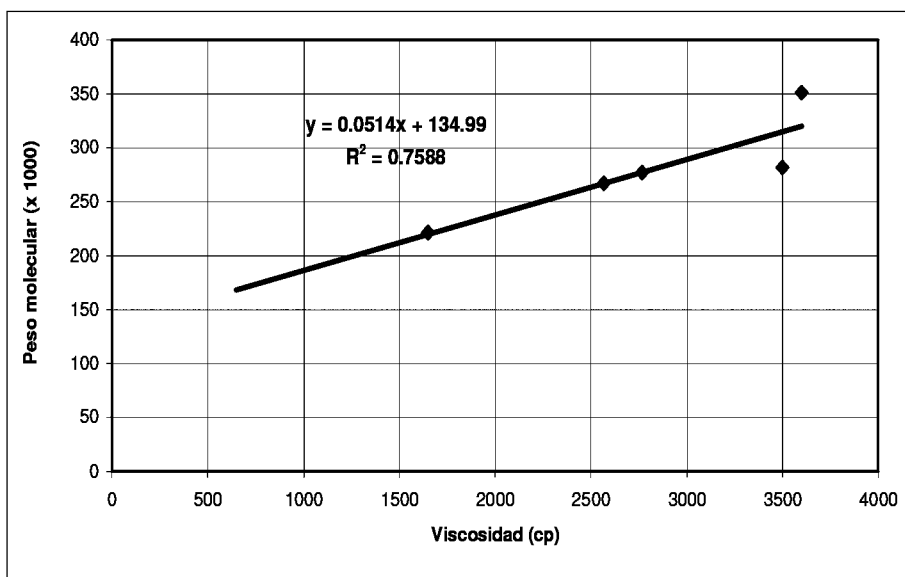
#### **4.2 GOMA DE LA SEMILLA DE TARA**

En el cuadro N° 14 se muestran los resultados de los análisis realizados a la goma de la semilla de tara provenientes del bloque I y III. En lo referente al rendimiento, se observa en el cuadro 14, un valor promedio de 30 %, no observándose, en apariencia, una influencia de bloques (altitud) sobre el rendimiento de goma de tara en Atiquipa. El valor de rendimiento es superior al valor presentado por otro autor (Villanueva, 2007).

**Cuadro 14** Resultados de los análisis realizados a la goma de la semilla de tara

Ensayo	Bloque I	Bloque III	Promedio	ALNICOLSA	Lock
Rendimiento %	30.47	30.07	30.27		
Viscosidad (cps) (1% (98 °C))	2767	2567	2667	5000-6000	3000-4200
pH	5.296	5.264	5.28	5-7	3-10
Cenizas %	0.687	0.679	0.683	0.53-2	
Humedad %	9.99	9.99	9.99	8-13.76	
Sólidos totales %	90.0	90.0	90		
Color	Gris100(blanco) #FFFFFF	Gris100(blanco) #FFFFFF		Crema claro	

En la evaluación de la viscosidad de la goma de la semilla de tara, los valores obtenidos, para el presente estudio, fueron menores a los valores presentados por *Siccha y Lock de Ugaz* (1994) y ALNICOLSA (2002); ver cuadro 14. La diferencia de los valores de viscosidad puede estar influenciada por el tamaño de la molécula o grado de polimerización de los galactomananos, principal componente de la goma de tara. Un valor alto de viscosidad corresponde a un valor alto de peso molecular, tal como se deduce de la información del cuadro 7, representada en la figura 29; en la figura se observa una ecuación empírica, de tendencia lineal, obtenida a partir de los valores de viscosidad y peso molecular, del cuadro 7, para el género *Caesalpinia*. Se obtuvo una ecuación de predicción empírica, para estimar un valor de peso molecular a partir de la viscosidad, de semilla de tara del presente estudio. En el caso de la goma de tara, del bloque I, el valor estimado del peso molecular fue de 277200, y para la goma del bloque III, el peso molecular calculado fue 266900. En este caso, la diferencia de valores podría estar influenciada, en parte, por la diferencia de los bloques: cerca de 700 msnm, en bloque I, y cerca de 950 msnm, en bloque III.



**Figura 29** Relación viscosidad vs peso molecular de gomas de *Caesalpinia* y ecuación de predicción, empírica.

Asimismo, otros factores podrían influenciar en los resultados de viscosidad de la goma de la semilla de tara, aparte de altitud, factores no contemplados en el presente estudio, como son calidad de sitio, edad de la planta, etc. La viscosidad de la goma está relacionada con la composición química de la goma, del tipo galactomanano, tal como lo menciona Siccha et al (1994); existe una relación de composición, principalmente entre galactosa con manosa, además de glucosa y arabinosa, relación que puede variar dentro de la misma especie, época de colección del fruto, forma de extracción de la goma, etc. Comparándolo con los resultados de ALNICOLSA (2002), el tratamiento que le da a la semilla antes de separar la cáscara, el germen y el endosperma (goma) es el térmico - mecánico, es probable que influya en la viscosidad de la misma. La goma analizada para el presente estudio no fue sometida a este tratamiento.

Los valores de pH registrados, comparados con los de Siccha y Lock de Ugaz (1994) y ALNICOLSA (2002), son similares y se encuentran dentro de los rangos mencionados. Aunque no está completamente determinado, pero se menciona que valores de pH entre 3 y 10 se presentan en soluciones estables con goma de tara, según el autor antes mencionado. En el presente estudio, la explicación del pH, ligeramente ácido (5,28), de la goma de tara, podría deberse a la presencia de grupos ácidos formados en los

carbohidratos, a pesar de que la estructura de la goma esta conformada por unidades monoméricas de manosa, galactosa, glucosa o arabinosa, tal como se menciona en el cuadro 6, o se observa en la figura 16. Cabe mencionar que el fruto de tara, del presente estudio, fue colectado del suelo, al pie de la planta, y no cosechado directamente del árbol. Esta observación se hace con el fin de aclarar que la forma habitual de obtención de los frutos de tara se hace por colecta del suelo; el fruto cae al alcanzar su maduración, esperando obtener la máxima cantidad de taninos. Sin embargo, luego de la caída del fruto, por las condiciones ambientales (humedad, temperatura, radiación, etc.), se puede formar grupos ácidos dentro del fruto, lo que es favorecido por el tiempo que pasa desde la caída del fruto hasta su colecta.

En el caso de las cenizas, los valores obtenidos se encuentran dentro del rango de valores mencionados por ALNICOLSA (2002); las cenizas corresponderían a sales orgánicas, minerales, etc. A pesar del bajo valor de cenizas, menor a 0,69 %, la presencia de algunos elementos, no determinados en el presente estudio, como sodio o calcio, podrían afectar las propiedades reológicas de la goma durante su uso. La presencia de iones de calcio, sodio u otro elemento, podrían depender de la calidad del suelo donde desarrolla la planta.

En el caso de los valores de humedad obtenidos en la goma de tara, del presente estudio, alrededor del 10 %, están comprendidos dentro del rango mencionado por ALNICOLSA (2002), que fija un rango de humedad entre 8 a 13 %, como valores aceptados en la comercialización de la goma. Los valores de humedad dependerán de las condiciones de secado, procesamiento, así como de las condiciones ambientales del lugar de almacenamiento de la goma.

En el cuadro 15 se muestra los valores de solubilidad de la goma de tara, evaluada a diferentes concentraciones de alcohol etílico. De los resultados obtenidos se deduce que hay una gran solubilidad de la goma de tara en agua, aunque no sucede lo mismo con la presencia del etanol, lo que es apreciado en la curva de solubilidad, presentada en la figura 28.

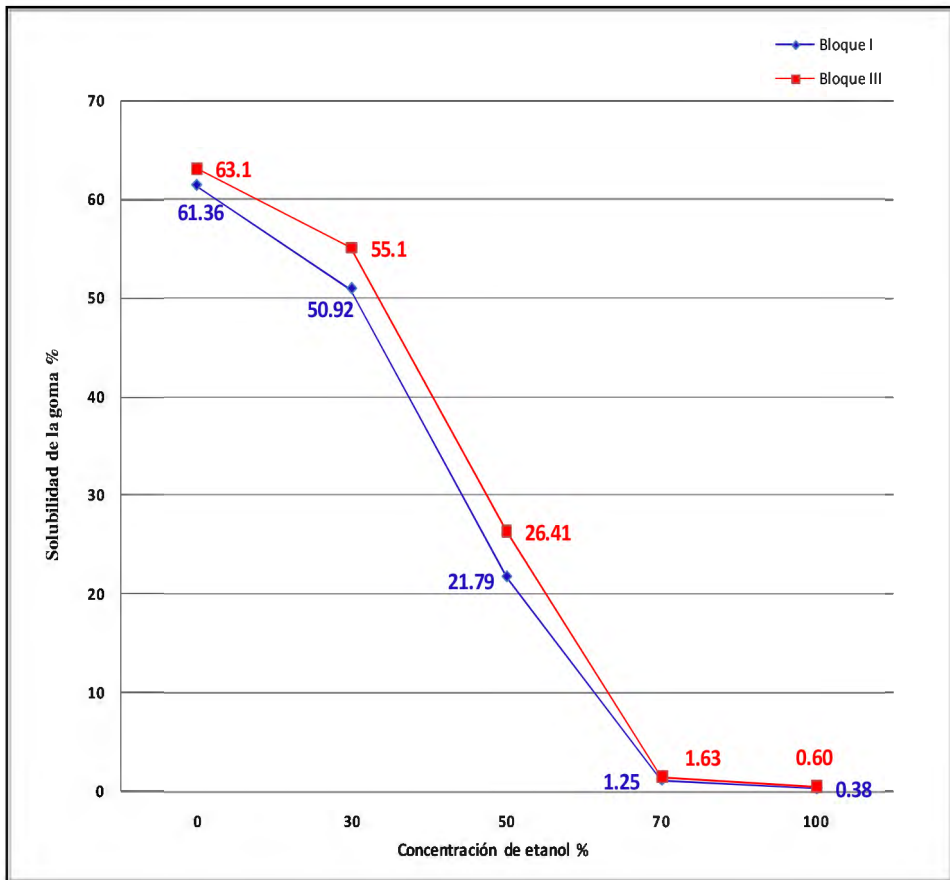


**Cuadro 15** Evaluación de la solubilidad de la goma

<b>Solubilidad</b>	<b>Bloque I</b>	<b>Bloque III</b>	<b>Promedio</b>
Agua caliente a 83 °C	97,61	98,81	98,21
Agua fría a 25 °C	61,36	63,10	62,23
OH 30%	50,92	55,10	53,01
OH 50%	21,79	26,41	24,10
OH 70%	1,25	1,63	1,44
OH 100%	0,38	0,60	0,49

En la figura 30 se muestra los valores de solubilidad a las diferentes concentraciones de etanol. La goma proveniente del bloque I, presenta valores ligeramente menores a los valores del bloque III; sin embargo, esta diferencia debería ser corroborada por la influencia de otros factores; en el presente estudio no se han incluido evaluaciones que demuestren que la calidad de sitio influya en la características de la goma de la tara.

El color de la goma proveniente de las lomas de Atiquipa es de color blanco como se muestra en el cuadro 14, el color de la goma analizada por ALNICOLSA (2002), es crema claro. Esta diferencia se puede deber a que la goma de ALNICOLSA, fue sometida a un tratamiento térmico - mecánico. Este tratamiento fue realizado cuando la goma aún formaba parte de la semilla (endosperma), la temperatura del tratamiento pueda que haya provocado un cambio en el color de la goma. El color de la goma mejora con métodos de blanqueo; existen métodos de blanqueo de la goma (con hipoclorito de sodio o con agua oxigenada realizados por *Rojas, H. 1991*).



**Figura 30** Solubilidad de la goma de tara a diferentes concentraciones de etanol

En el presente estudio se observa las características de la goma de los dos bloques. Es probable que las características del área, influya en los resultados de solubilidad de la goma. Se debe tomar en cuenta que las características del bloque III, son diferentes a la del bloque I. El bloque III es un área de mayor contenido de humedad y de cubierta vegetal (herbácea y arbustiva), mientras, que el bloque I es un área desprovista de cubierta vegetal y de menor disponibilidad de agua. Los valores de solubilidad con agua, a 25 °C, son similares al valor superior, del rango mencionado por Siccha et al (1994), cuadro 7, donde se menciona una solubilidad entre 50 a 60 %, para *Caesalpinia spinosa*. Una mayor solubilidad de la goma en agua, es una ventaja comparativa para ser utilizada en la preparación de alimentos, con un alto contenido de agua.

## 5. CONCLUSIONES

1. No hubo diferencia significativa entre los valores de taninos del fruto de la tara, obtenida por clases diamétricas
2. Los mayores contenidos de taninos son mayores en el bloque III donde la altitud es mayor.
3. El rango de taninos encontrados en el presente estudio es amplio, el mayor número de resultados se encuentran dentro del rango encontrados en otros estudios.
4. La vaina molida de tara presenta resultados de solubles totales, no taninos y sólidos totales que aumentan de forma directa en función a los bloques (a mayor altura, mayor valor), esto no sucede con los valores de humedad, pH y cenizas.
5. Los valores correspondientes a las características físico-químicas (humedad, sólidos totales y solubles totales, pH, no taninos y cenizas) de la vaina molida de tara estudiada, se encuentran dentro de un rango de valores considerados comerciales.
6. Las características físicas (humedad y sólidos totales) y químicas (solubilidad, viscosidad, pH, cenizas) de la goma de la semilla tara en el presente estudio fueron similares para cada bloque evaluado.
7. Los valores de viscosidad de la goma de la semilla tara son menores a los encontrados en otros estudios realizados en gomas de tara.
8. Los valores de pH de la goma estudiada presentan valores ligeramente ácidos debido a las condiciones de recolección pero se ubican dentro de un rango considerado estable para las soluciones de gomas naturales.
9. Los porcentajes de cenizas encontrados en la goma de la semilla de tara estudiada son bajos pero similares a los encontrados en otros estudios de goma de tara.
10. Los valores de humedad encontrados en la goma de la semilla de tara están dentro del rango de los contenidos de humedad obtenidos para las gomas naturales.

11. La goma de la semilla de tara del presente estudio posee valores óptimos de solubilidad en agua caliente con valores similares al de las gomas de tara de otros estudios.
12. La goma de la semilla tara del presente estudio, sometida a un tratamiento mecánico, presenta un color más claro (blanco) sin alterar el color natural de esta goma, a diferencia del color crema claro de las gomas de tara sometidas a un tratamiento térmico-mecánico.
13. La vaina molida evaluada en el presente estudio, por sus características físico-químicas es compatible con otras vainas molidas estudiadas y conocidas en el mercado nacional e internacional. La goma d tara en este estudio, a pesar de no tener cualidades que superen a otras gomas de tara actualmente utilizadas en el mercado, es una goma de óptima calidad, que por lo resultados obtenidos, posee buenas cualidades, espesantes y estabilizantes.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Realizar estudios de evaluación de vaina molida de tara y gomas en plantaciones, de esta forma se puede tener una idea más certera de la edad de los individuos y las características del suelo en la que se desarrollan.
- Hacer un seguimiento a los frutos de la Tara in situ, evaluando el contenido de taninos, teniendo en cuenta, diferentes factores ambientales y edáficos, de esta forma identificar cuáles son los factores que más influyen en la producción de taninos en la planta.
- Todo trabajo de investigación con buenos resultados aplicarlos en la práctica (en plantaciones forestales).

## ***BIBLIOGRAFIA***

- ALNICOLSA.** 2002. Todo sobre la Tara. Productos agroindustriales de exportación. Lima – Perú.
- A.O.A.C.** 1998. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C., US
- Apestequi, G.** 1991. Análisis de la vegetación en las partes altas de las Lomas de Atiquipa Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina, 115 p.
- Aquino, D.** 1980. Determinación del contenido tánico de la corteza de 5 especies forestales de la Amazonía peruana Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE. Universidad Nacional Agraria la Molina, 117 p.
- Arias A. C. y Torres G.J.** 1990. Dinámica de la vegetación de las Lomas del Perú: Estacionalidad y productividad primaria caso: Lomas de Atiquita (Arequipa). Revista Zonas Áridas 1(6) 55-76, 125p.
- Barriga, C.** 1994. El Cultivo de la Tara. Seminario: “Tara, Alternativa para el desarrollo en la Sierra”. Ayacucho, Perú.
- Bueno, J.** (1978) Estudio de posibilidades industriales de maderas nacionales para fabricación de pulpa para papel. UNALM Ministerio de Industria (MICTIN), LIMA, 223 pp

- Bruneton, J.** 1991. Elementos de Fotoquímica y de Farmacología. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, ES.
- Brack, A.** 1999. Diccionario Enciclopédico de Plantas Útiles del Perú. PNUD-CBC. PE
- Brako, L. y Zarucchi, J.** 1975. "Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Perú". Missouri Botanical Garden.
- Cacho, L., Herrera, J., y Lescano, C.** 1993. Estudio Técnico para la obtención de Taninos en Polvo a partir de las vainas de Tara (*Caesalpinia tinctoria*). Anales Científicos UNALM. XVIII (1-4), 108 p.
- De la Cruz, P.** 2004. Aprovechamiento Integral y Racional de la tara *Caesalpinia spinosa* o *Caesalpinia tictorea*. Revista del Instituto de Investigación FIGMMG. Vol. 7, N° 14. UNMSM.
- FAO.** 1975. Técnicas de curtición rural. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Cuaderno de fomento Agropecuario # 68. Roma, Italia.
- Flores, F., Chavarry, L. y Vega, D.** 2005. Criterio y pautas para la selección de árboles plus *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze. "Tara o Taya". Programa ADEFOR, FOSEFOR, COSUDE, INTERCOOPERACION, SAMIRI. Cajamarca - Perú.
- Garro, J., Riedl, B. and Conner, H.** 1997. Analytical Studies on Tara Tannins. University Laval, Quebec, Canada.

**Gustavson, B. y K.** 1956. The Chemistry of Tanning Processes. Academic Press. INC.  
New York 10.

**Haslam, E.** 1989. Proanthocyanidins and Gallic acid metabolism. Vegetable tannins.  
Cambridge University Press, Cambridge.

**Hagerman, A.** 2002. Tannin Chemistry. Miami University Oxford, USA.

Disponible en [www.users.muohio.edu/hagermac/tannin.pdf](http://www.users.muohio.edu/hagermac/tannin.pdf).

**IRECA-UNSA Instituto Regional de Ciencias Ambientales** (en línea) Consultado en  
Abril del 2007. Disponible en <http://www.lomasdeatiquipa.com/lomas.htm>

**Instituto Nacional de Recursos Naturales** (Del 1997 al 2007) Perú Forestal en  
Números. Ministerio de Agricultura. Intendencia Forestal y de Fauna Silvestre.  
Centro de Información Forestal – CIF.

**Johnson, A. y Paterson, M.** 1974. Enciclopedia of food. The technology, the Avi  
Publishing INC. Connecticut USA.

**Lojan, L.** 1992. El verdor de los Andes. Árboles y arbustos nativos para el desarrollo  
forestal altoandino. Proyecto desarrollo forestal participativo en los Andes.  
Quito-Ecuador.

**Matissek, R; Schnepel, F; Steiner, G.** 1992. Análisis de los alimentos (Fundamentos –  
Métodos – Aplicación). Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, ES. 2º edición.



**Mayer, F.** 1950. La química de los notorios colorantes naturales (versión española). Edición Madrid.

**Mulanovich F.** 2006. Subcomité de Tara – ADEX. Seminario Taller. Realidad y propuestas para el desarrollo competitivo de la Tara en el Perú. Lima, Agosto 2006.

**Mujica, E.** 1998. Paisajes Culturales en los Andes: A manera de Introducción y síntesis. (en línea). Consultado en Setiembre de 2007. Disponible en

<http://www.condesan.org/unesco/Cap%2004%20MUJICA%20CAPITULO%20Introduccion.pdf>

**ONERN.** 1976. Mapa ecológico del Perú. Guía Explicativa. ONER. Lima-Perú.

**Péfaur, J. López, E. y Dávila, J.** 1981. “Ecología de las Biocenosis de Lomas en Arequipa”. Boletín de Lima N° 16 - 17 – 18.

**Prettel CH., J. et al.** 1985. Apuntes sobre algunas especies forestales nativas de la sierra peruana. Proyecto FAO/Holanda/DGFF. Tomo II. Lima – Perú.

**PROMPERU,** 2007. Biocomercio Perú.(en línea) Consultado en Agosto del 2007.

Disponible en [http://www.siicex.gob.pe/siicex/portal5ES.asp?\\_page\\_=480.47900](http://www.siicex.gob.pe/siicex/portal5ES.asp?_page_=480.47900).

**Portal Agrario – Recurso Forestal.** Ministerio de Agricultura del Perú. Consultado el 15 de Mayo 2007. Disponible en [http://www.portalagrario.com.pe/trnn/trnn\\_tara.shtml](http://www.portalagrario.com.pe/trnn/trnn_tara.shtml)

**PROEXPANSIÓN** 2005. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. Revista. Negocios Productivos del Perú.

- Rojas, H. 1991.** Determinación de parámetros para la obtención de goma de semilla de tara *Caesalpinia tinctoria* por vía acuosa y secado por rociado (Spray\_Drying). Tesis (Magister Scientiae). Lima, PE. Universidad Nacional Agraria la Molina, 94 p.
- REDFOR, 1996.** La tara *Caesalpinia spinosa*. Alternativa para el desarrollo de la sierra. DFPA/FAO.GCP/RLA/NET/090.
- Reynel, C y Leon, J. 1990.** Árboles y Arbustos Andinos para agroforestería y conservación de suelos. Proyecto FAO – Holanda/DGFF. Tomo II. Lima – Perú.
- Siccha, A. y Lock de Ugaz, O. 1994.** Comportamiento Reológico y peso molecular de Hidrocoloides de tres especies de Caesalpinias peruanas. Boletín de la Sociedad Química del Perú. v. 60(1) Pág. 31-38.
- Siccha, A. Lock de Ugaz, O. y Molina, M. 1994.** Determinación cuantitativa de galactomanos en las gomitas de Tara, Charan y Uña de gato, por cromatografía de gases. Boletín de la Sociedad Química del Perú. v. 60(1) Pag. 39-43.
- Tabla de colores hexagesimales.** (en línea). Consultado en Agosto del 2007. Disponible en <http://www.webusable.com/coloursChart.htm>
- Torres R. J. 1983.** Contribución al conocimiento de las Plantas Tánicas registradas en Colombia. Instituto de ciencias naturales. Museo de Historia Natural. Biblioteca José Jeronimo Triona – N° 2. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

- Torner, A.** 1952. Los Curtientes Vegetales. Ministerio de Agricultura. Dirección general de Montes, Caza y Pesca Fluvial. Instituto Forestal de Investigación Y Experiencias. Madrid.
- Tupayachi, R.** (1955). Ensayo de la tara. Tesis (Ingeniero Químico). Lima-PE. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 150 p.
- Verau, C.** 1989. Puerto Inca: Un remanso de paz. In: El Comercio, sección C, 30/11/89. Lima, Perú.
- Verástegui J. y León B.** 1994. Evaluación Físico-Química de la Tara (*Caesalpinia spinosa*) en cuatro zonas productoras de Perú. TECNIDES – IDRC.
- Villanueva, C.** 2007. La Tara el Oro Verde de los Incas. Ediciones AGRUM. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- 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
- Whistler, RL; Daniel, JR.** 1985. Carbohydrates. In: Fennema, O.R. (Ed). Food Chemistry. 2<sup>nd</sup> Ed., Marcel Dekker. New York, US
- Yague, A.** 1967. La corteza de encina y roble como material curtiente. Ministerio de Agricultura. Dirección general de caza y pesca fluvial. Instituto Forestal de Investigación y Experiencias. Madrid.

**Yague, A; Gaviña, M y Torner, J.** 1969. Los taninos vegetales. Ministerio de Agricultura. Dirección general de caza y pesca fluvial. Instituto Forestal de Investigación y Experiencias. Madrid.

## *ANEXO 1*

### **ÁRBOLES DE TARA DE LAS LOMAS DE ATIQUIPA**



## ANEXO 2

### NORMA TÉCNICA PARA LA DETERMINACIÓN DE SOLUBLES TOTALES

37.1.15

AOAC Official method 932.12  
Solids (soluble)  
In fruits and fruit products  
Refractometer Method  
Final Action 1980

(Insoluble matter present. Applicable to fresh and canned fruits, fruit jellies, marmalades and preserves)

Proceed as in 932.14C (see.44.4.04) %soluble solids = % solids determined by refractometer x (100-b)/100 , where b = % H<sub>2</sub>O-insoluble solids

Note: US. Federal standards for frozen fruits, canned fruits, fruit jellies, and preserves make no correction for H<sub>2</sub>O-insoluble solids, invert sugar, or other substances.

Reference: JAOAC 15, 384 (1932)

## ANEXO 3

### NORMA TÉCNICA PARA LA DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES

PERU NORMA TÉCNICA NACIONAL	PINTURAS Y PRODUCTOS AFINES. Determinación de la materia volátil y no volátil.	ITINTEC 319.150 Diciembre, 1975
-----------------------------------	---	---------------------------------------

INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TÉCNICAS - ITINTEC - (LIMA-PERU)

NORMAS A CONSULTAR

ITINTEC 319.134	Pinturas y Productos Afines. Examinación y Preparación de Muestras para Ensayo.
ITINTEC 319.140	Pinturas y Productos Afines. Muestreo y Recepción.

1. OBJETO

1.1 La presente Norma establece el método de ensayo para determinar el contenido de materia volátil y no volátil (llamado también de sólidos) en pinturas y productos afines relacionados para cualquier temperatura específica y tiempo de calor\* (grado de calor).

2. DEFINICIONES

2.1 Materia volátil. La pérdida en masa cuando el producto es calentado bajo las condiciones de ensayo establecidas.

2.2 Materia no volátil. El residuo que queda cuando el producto es calentado bajo las condiciones de ensayo establecidos.

3. MUESTREO Y RECEPCION

3.1 Una muestra representativa del producto a ser ensayado será tomada según la Norma ITINTEC 319.140, y será luego examinada y preparada para ensayo según la Norma ITINTEC 319.134.

\* El contenido de materia volátil en un producto (y consecuentemente el contenido de materia no volátil), no es una cantidad absoluta, pero depende de la temperatura y del grado de calor usado para el ensayo. La temperatura y grado de calor que se recomienda es: 105°C ± 2°C y 3 h respectivamente; son los más asequibles (aceptables), para la mayoría de los propósitos. Si estas condiciones no son adecuadas, por ejemplo porque el producto está predispuesto a descomponer a 105°C, se le debe variar por acuerdo entre las partes.

#### 4. METODO DE ENSAYO

4.1 Principio del método. Consiste en la evaporación de la materia volátiles en una estufa a  $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$

#### 4.2 Aparatos.

- 4.2.1 Plato de fondo plano - de vidrio, planchas estañada o aluminio, de a proximadamente 75 mm de diámetro.
- 4.2.2 Varilla delgada de vidrio.- de aproximadamente 100 mm de largo.
- 4.2.3 Estufa de aire.- capaz de mantener la temperatura especificada.
- 4.2.4 Balanza analítica.- con aproximación de 1 mg.
- 4.2.5 Desecador.

#### 4.3 Procedimiento

- 4.3.1 Porción de ensayo. Se seca el plato de vidrio, plancha estañada o aluminio (4.2.1) y la varilla de vidrio (4.2.2) a  $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  (u otra temperatura acordada) y se deja enfriar a temperatura ambiente en un desecador. Se pesa con aproximación de 1 mg, el plato conteniendo la varilla y luego se pesa en el plato con la misma aproximación  $2\text{ g} \pm 0,2\text{ g}$  (o cualquier otra cantidad que se convenga por acuerdo) del producto a ensayar, asegurándose que esté igualmente distribuido sobre la superficie del plato. Si el producto contiene un solvente altamente volátil, o en el caso de un ensayo de referencia, pesarlo por diferencia de una botella de peso determinado colocada en el plato, calentar luego suavemente el plato en baño maría, hasta que la mayor parte del solvente haya sido evaporado.
- 4.3.2 Determinación. Se pone el plato con la varilla conjuntamente con la porción de ensayo en la estufa de aire previamente ajustada a  $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  (u otra temperatura acordada) y dejarla a esta temperatura por 30 minutos (o todo el tiempo acordado). Se saca el plato de la estufa luego de un corto período de calentamiento, mover el material con la varilla de vidrio para romper cualquier formación de costra y volver todo luego a la estufa.
- 4.3.3 Cumplido el período de calentamiento especificado, se transfiere el conjunto a un desecador; se deja enfriar a temperatura ambiente y se pesa con aproximación de 1 mg.
- 4.3.4 Se hace por lo menos 2 determinaciones de la misma muestra preparada.

#### 4.4 Expresión de resultados

##### 4.4.1 Cálculos

Se calcula el contenido de materia volátil, V, o de la no volátil, NV, como porcentaje de masa del producto ensayado, según la siguiente fórmula:



$$V = 100 \frac{(m_1 - m_2)}{m_1} \quad NV = 100 \frac{m_2}{m_1}$$

donde:

$m_1$  es la masa en miligramos de la porción ensayada antes del calentamiento,

$m_2$  es la masa en miligramos de la porción ensayada después del calentamiento, bajo condiciones especificadas.

Reportar los resultados como la media aritmética (aproximada al 0,1 g) de 2 determinaciones que se ajustan a los requerimientos.

#### 4.4.2 Repetibilidad

La diferencia entre resultados sucesivos obtenidos por el mismo operario dentro de un corto intervalo de tiempo, con los mismos aparatos y bajo condiciones de operación constantes, sobre el mismo material ensayado, será, al 95% de nivel de confiabilidad, no mayor de 1% (esto es 1 g por 100 g de muestra).

#### 4.4.3 Reproducibilidad

La diferencia entre resultados aislados e independientes obtenidos por diferentes laboratorios, sobre un material de ensayo idéntico, será, al 95% de nivel de confiabilidad, no mayor del 2% (esto es 2 g por 100 g de muestra).

### 4.5 Informe del ensayo.

#### 4.5.1 El informe incluirá la siguiente información:

- a) Una referencia a esta Norma Técnica ITINTEC.
- b) El tipo de identificación del producto ensayado.
- c) La temperatura y período de calentamiento.
- d) Cualquier desviación, por acuerdo u otra razón, del procedimiento de ensayo especificado.
- e) Los resultados del ensayo, esto es, el porcentaje de contenido de materia volátil, y si se requiere, el de materia no volátil.
- f) Fecha del ensayo.

#### NORMA EXTRANJERA CONSULTADA

ISO 1515 - 1973(E). Paints and Varnishes. Determination of volatile and non-volatile matter.

## ANEXO 4

### NORMA TÉCNICA PARA LA DETERMINACIÓN DE TANINOS POR MÉTODO VOLUMÉTRICO

Tannin in Cloves Allspice  
Titrimetric Method  
Final Action

#### 30.018

#### *Reagents*

- (a) *Oxalic acid soln.* – 0,1N. 1ml – 0.006235 g quercitannic acid or 0.0008 g O absorbed  
(b) *Potassium permanganate std soln.* – Dissolve 1.333g KMnO<sub>4</sub> in 1L H<sub>2</sub>O and stdze against (a)  
(c) *Indigo soin.* – Dissolve 6g Na indigotin disulfonate in 500 ml H<sub>2</sub>O by heating; cool, add 50ml. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Dil. To 1L. , and filter

#### 30.019

#### *Determination*

(*Caution: See 51.009, 51.011, 51.039 and 51.054*)

Ext 2g sample 20hr with anhyd. Ether. Boild residue 2 hr with 300 mL H<sub>2</sub>O, cool. Dil. To 500 mL, and filter. Measure 25 mL of this infusion into 2I porcelain desh; add 20mL indigo soln and 750 mL H<sub>2</sub>O. Add std KMnO<sub>4</sub> soln, 1mL at time, until blue soln changes to green; then add few drops at time until soln becomes golden yellow. Similarly titr. Mixt of 20ml. Indigo soln and 750 mL H<sub>2</sub>O.

Multiply difference between 2 titrns by desired factor, 30.018(a), to obtain quercitannic acid or O absorbed.

Ref.: USA Bur Chem. Bull. 13, (II, p. 167. Anal. Chem. 27), 1159 (1955).

CAS – 1401-55-4 (tanin)

## ANEXO 5

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

#### NORMA TÉCNICA NTP 251.010

#### 6. MÉTODOS DE ENSAYO

##### 6.1 Preparación de las probetas para la determinación del contenido de Humedad

- 6.1.1 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 menos 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, debiendo utilizarse para el corte una sierra muy filosa.
- 6.1.2 Se eliminarán todas las partículas adheridas a la probeta antes de pasar la misma.
- 6.1.3 En el caso de piezas muy grandes (postes, columnas, etc) podrán utilizarse secciones transversales completas o muestras representativas de la pieza.
- 6.1.4 Las probetas deberán ser inmediatamente pesadas o en su defecto colocadas en recipientes herméticos adecuados.

##### 6.2 Método de secado en estufa

**6.2.1 Aparatos:** Para el método de secado en estufa se emplean los siguientes aparatos.

- 6.2.1.1 Balanza: Con la precisión requerida de acuerdo a la finalidad del ensayo calculada de acuerdo a la fórmula indica (véase Anexo A).
- 6.2.1.2 Estufa eléctrica: Provista de termorregulador que permita operar a una temperatura de 103 °C ± 2 °C.
- 6.2.1.3 Desecador de laboratorio: Provisto de sustancia higroscópica adecuada.

**6.2.2 Procedimiento:** Se pesan las muestras y se colocan en la estufa.

Se aplica un calentamiento gradual hasta alcanzar los 103 °C ± 2 °C, dejando las probetas a esta temperatura no menos de 20 h. Se retiran las muestras de la estufa, se dejan enfriar un desecador y se pesan. Se repite el tratamiento hasta peso constante.

**6.2.3 Expresión de los resultados:** El contenido de humedad se calcula mediante ecuación siguiente:

$$CH = \frac{G - G_1}{G_1} * 100$$

Siendo:

CH: el contenido de humedad, en porcentaje.

G: la masa original de la muestra, en gramos.

G<sub>1</sub>: la masa de la muestra anhidra, en gramos.

### 6.3 Método de extracción con disolventes

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

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

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

6.3.1.3 Un refrigerante a reflujo, de vidrio tipo Pyrex, de acuerdo al diseño que se muestra en la Figura 2.

### 6.3.2 Reactivos

**Tolueno:** Se usa tolueno de pureza grado industrial.

**6.3.3 Procedimiento:** Se astillan las muestras y se pesa.

6.3.3.1 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.

6.3.3.2 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.

6.3.3.3 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.

6.3.3.4 Se considera satisfactorio el ensayo cuando las determinaciones por duplicado, no difieran entre sí en más de  $\pm 3$  % del valor hallado.

**6.3.4 Expresión de los resultados:** El contenido de humedad se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$CH = \frac{V}{V_0} * 100$$

G - V

Donde:

CH: es el contenido en humedad, en porcentaje

G: la masa original de la muestra, en gramos

V: es el contenido de agua colectado, en mililitros.

## 7. ANTECEDENTE

NTP 251.010:1980 Maderas. Método de determinación del contenido de humedad.

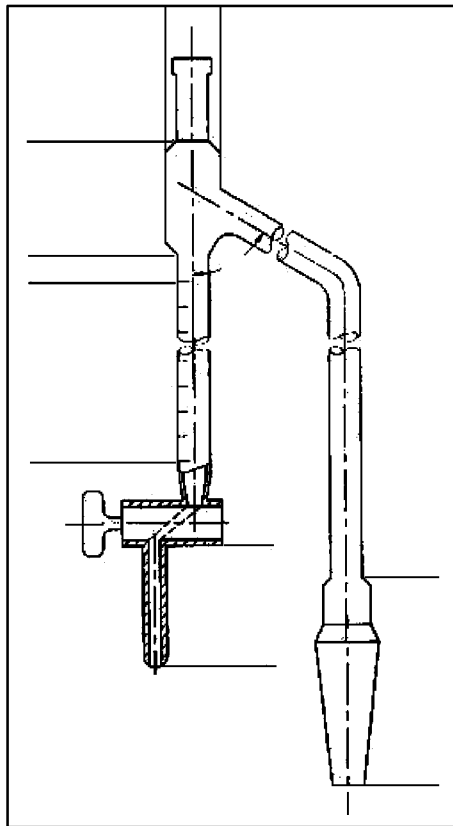


Fig. 1: Tubo colector

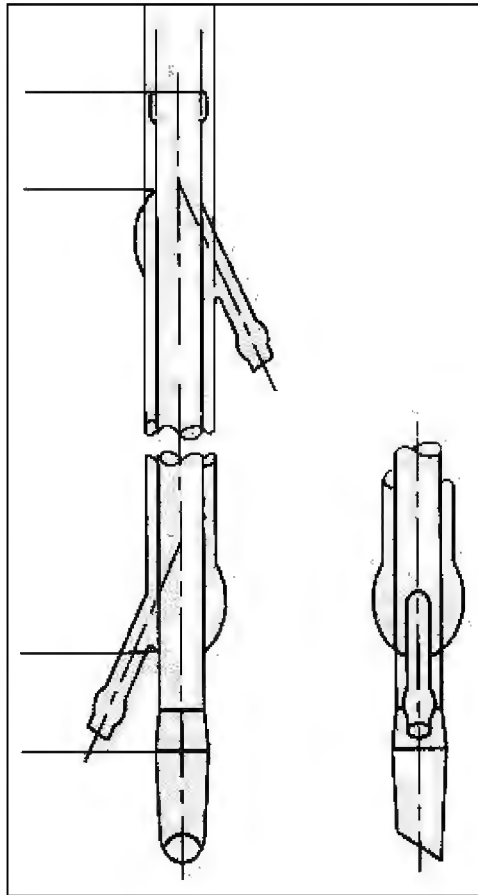


Fig. 2: Refrigerante de reflujo

# ANEXO 6

## 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	319.058 Diciembre 1974
NACIONAL			
NORMAS A CONSULTAR			
	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 Aceite esencial soluble en V o más volúmenes de etanol de graduación dada t. - 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 Aceite esencial soluble en V volúmenes de etanol en graduación dada t que se enturbia al diluir. - 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 Aceite Esencial soluble en V volúmenes de etanol de graduación dada t, que se enturbia en V volúmenes (V+20). - 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 ITINSEC -- 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 ITINSEC -- 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 empujable.
- 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 décimas de grados Celsius, que permita la determinación de temperaturas entre 10°C y 30°C

#### 4.4 Reactivos

- 4.4.1 Soluciones diluidas de etanol. - Se usó 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-



## ANEXO 7

### NORMA TECNICA UTILIZADA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD

#### Viscosity of Beer Viscometer Method Final Action

#### 10.017

#### *Apparatus*

- (a) *Constant temperature bath.*—Adjust  $d$  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. Attenuate 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 9

### 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.

## ANEXO 10

### 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: IAOAC 25, 257(1942); 26, 220(1943).

# ANEXO 11

## DATOS DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL DE LA ESTACION N° 000734 DE ATIQUIPA DE LOS AÑOS 1966 - 1981

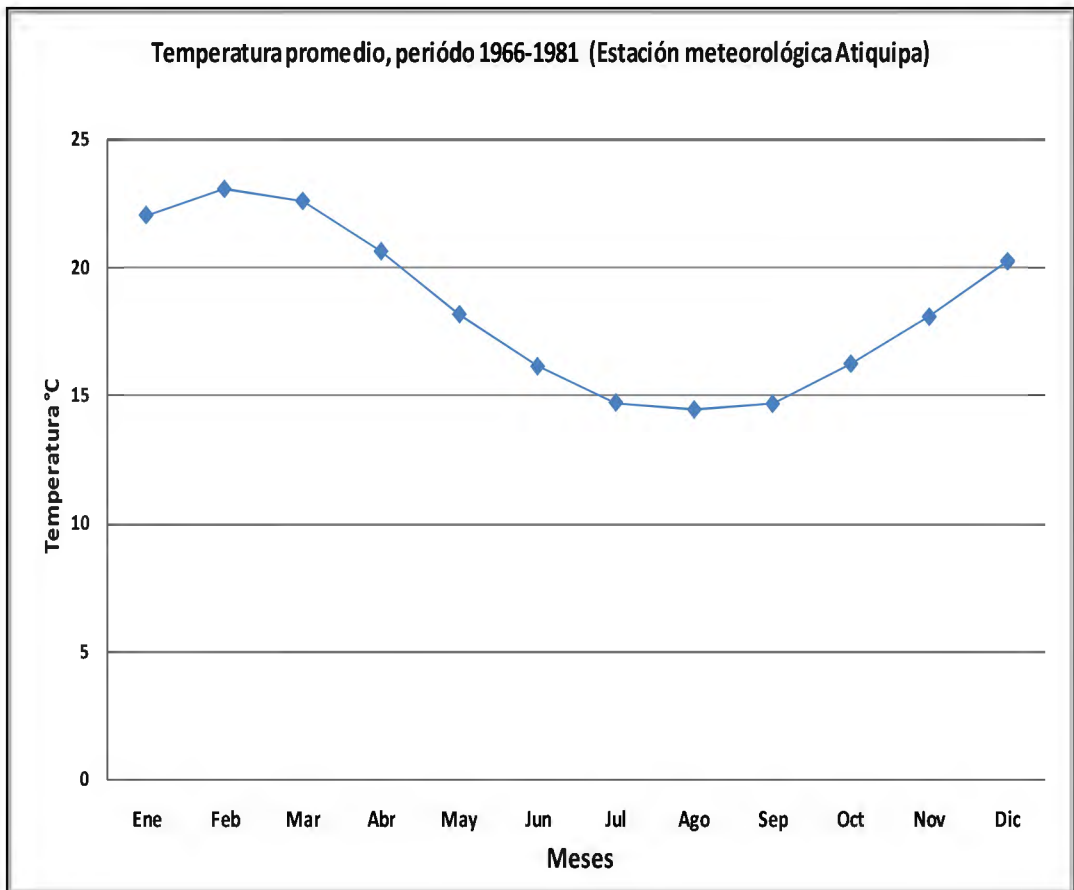
INAMHI Instituto Nacional de Estadística e Informática		SENAMHI OFICINA GENERAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA											
ESTACION : 000734 / ATIQUIPA-DE-06		LONG	: 74° 22' W	DPTO.	: AREQUIPA								
PARAMETRO : TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)		LAT	: 15° 47' S	PROV.	: CARAVELI								
		ALT	: 255 msnm	DIST.	: ATIQUIPA								
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1966	22.0	22.0	21.7	19.6	17.5	15.4	14.0	13.3	14.6	15.8	17.8	20.2	
1967	20.9	22.5	22.7	22.0	18.6	15.3	13.5	13.3	13.6	15.0	17.5	19.4	
1968	21.3	22.6	22.0	19.9	17.2	15.8	14.8	14.1	14.9	15.7	17.2	20.8	
1969	22.6	23.5	SD	20.9	19.7	SD	14.1	14.3	SD	SD	18.4	20.5	
1970	22.0	23.5	23.3	20.9	18.4	15.7	14.7	15.0	15.1	16.0	18.2	20.2	
1971	21.8	22.6	21.8	20.1	16.9	15.3	13.7	13.6	14.4	16.4	18.8	20.7	
1972	23.0	24.0	23.1	20.2	17.6	17.2	15.0	15.2	14.6	16.4	17.4	20.1	
1973	21.8	21.9	22.5	20.3	17.7	16.5	15.0	14.5	14.2	14.9	16.9	18.3	
1974	20.3	21.9	20.9	19.8	17.3	15.3	13.8	13.6	13.6	15.7	17.9	19.4	
1975	21.3	23.0	22.0	19.3	16.6	14.4	13.5	13.1	13.4	15.6	17.4	20.0	
1976	22.4	23.2	23.1	21.0	17.5	15.1	14.6	13.6	13.5	14.9	17.6	21.3	
1977	23.1	24.0	23.9	21.6	19.3	17.2	15.2	15.0	15.7	17.5	19.0	20.6	
1978	22.7	23.5	22.1	20.3	18.6	16.2	14.9	13.9	14.3	17.5	19.5	20.8	
1979	22.6	23.2	23.0	21.1	18.3	17.8	16.2	16.7	16.1	16.9	18.6	20.6	
1980	22.9	23.8	23.9	22.3	19.8	17.4	15.9	15.3	15.0	16.9	18.4	20.7	
1981	22.0	23.9	23.0	20.6	18.2	16.8	15.8	15.6	16.0	17.8	18.1	SD	



INFORMACION PREPARADA PARA FACILIDAD DE CIENCIA FORESTAL EN JULIO  
LIMA, 11 DE FEBRERO DE 2000.

## ANEXO 12

GRÁFICO DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL DE LA ESTACIÓN N°  
000734 DE ATIQUIPA AÑOS 1966-1981



# ANEXO 13

## DATOS DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL DE LA ESTACIÓN N° 000734 DE ATIQUIPA DE LOS AÑOS 1966 - 1981

SENAMHI  
Oficina General de Estadística e Informática

SENAMHI

OFICINA GENERAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

ESTACION: 000734 / ATIQUIPA/DRE-05  
PARAMETRO: PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)

LONG: 74° 22' W DPTO: AREQUIPA  
LAT: 15° 47' S PROV: CARAVELI  
ALT: 255 msnm DIST: ATIQUIPA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1966	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	0.0	0.0	1.5	19.0	13.0	2.7
1967	2.7	29.0	0.0	1.4	0.0	7.0	28.4	2.4	44.1	10.3	1.1	0.0
1968	6.8	0.0	0.0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	0.0	0.0	0.0	0.0
1969	0.0	0.0	S/D	0.0	0.0	S/D	5.2	5.8	6.6	S/D	35.4	3.0
1970	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	10.9	17.7	0.0	0.0
1971	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	73.6	4.2	0.0	0.0	0.0
1972	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.7	12.0	26.3	0.0	0.0	22.2
1973	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	25.4	0.0	0.0	0.0
1974	89.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	10.5	41.7	3.3	0.0	0.0
1975	8.6	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	6.7	1.4	0.0	13.0
1976	4.5	6.0	0.0	0.0	4.0	0.0	8.0	22.0	42.8	1.0	0.0	9.0
1977	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.9	3.0	0.0	6.0	17.8	0.0
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0
1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	S/D

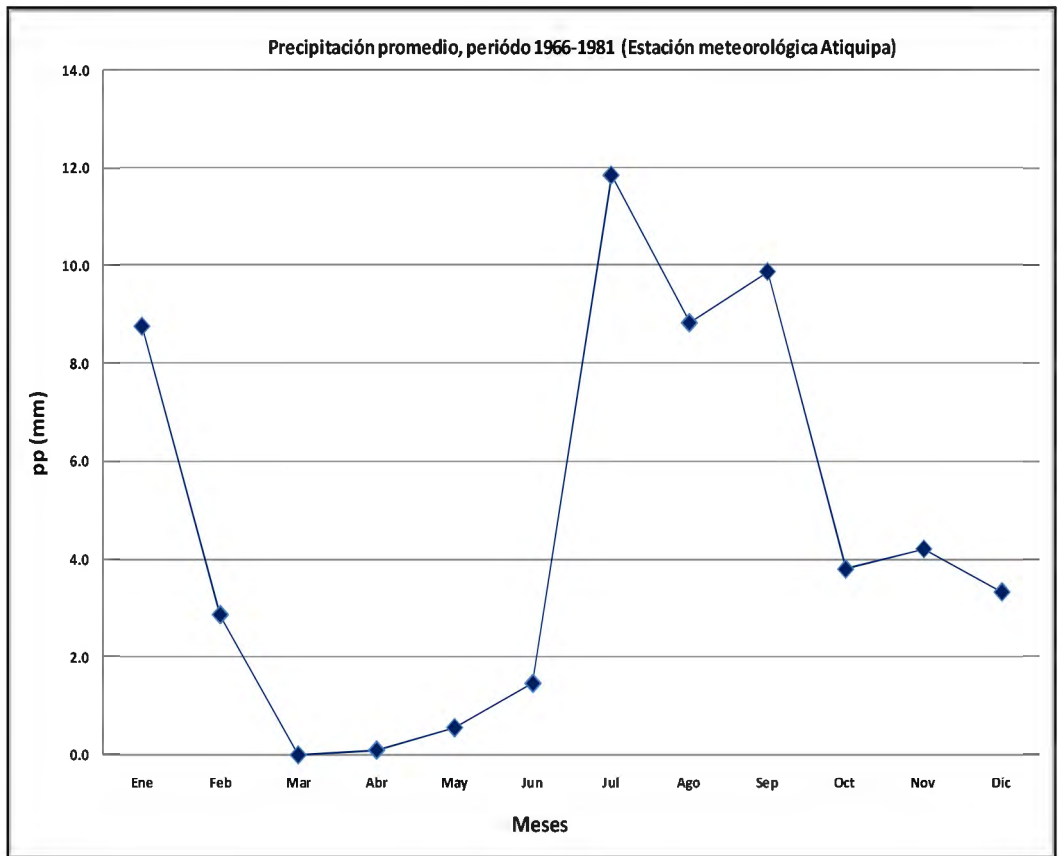
S/D = Sin Datos



INFORMACION PREPARADA PARA FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES - UNALM  
LIMA, 18 DE FEBRERO DE 2008

## ANEXO 14

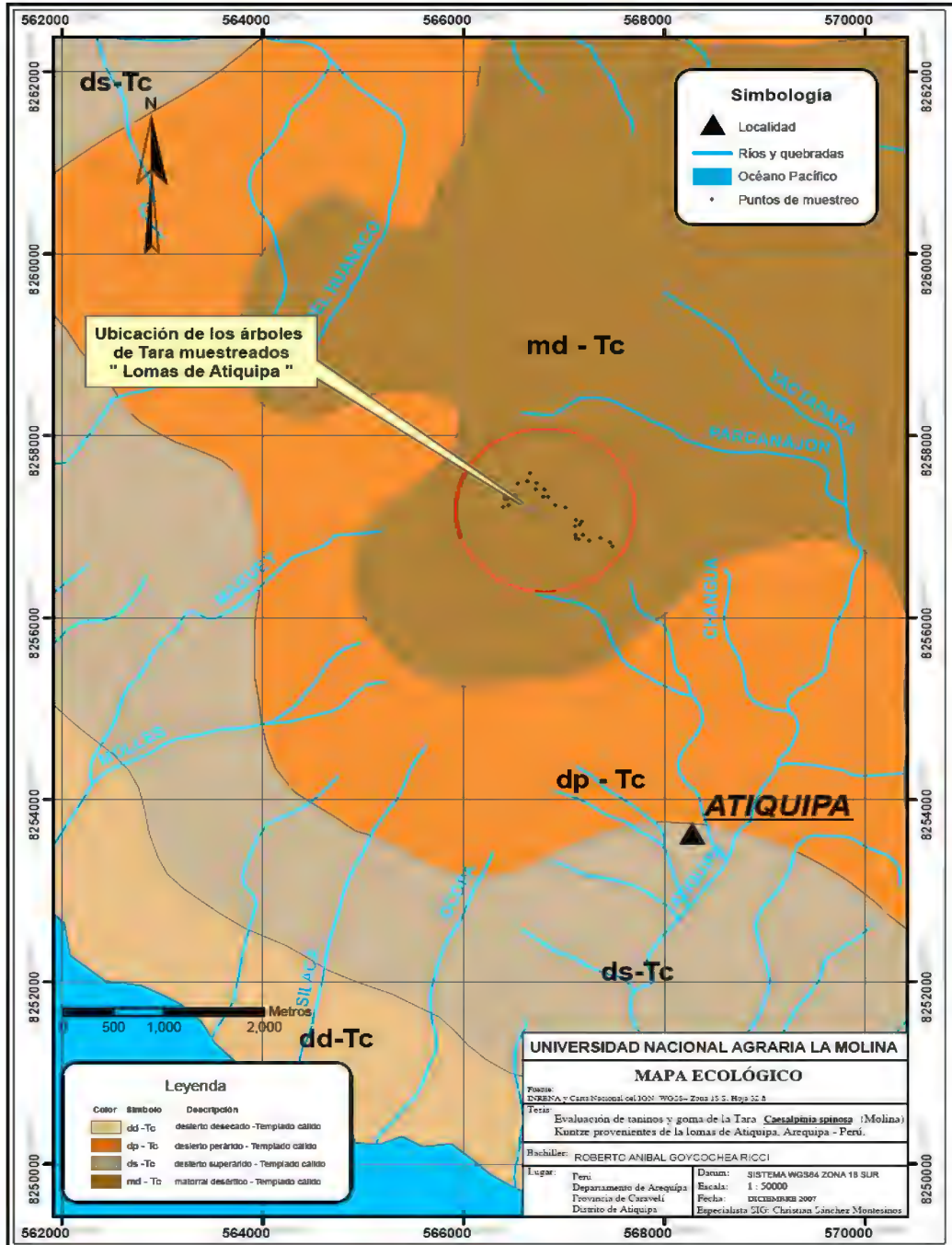
### GRÁFICO DE PRECIPITACIÓN PROMEDIO DE LA ESTACIÓN N° 000734 DE ATIQUIPA AÑOS 1966-1981





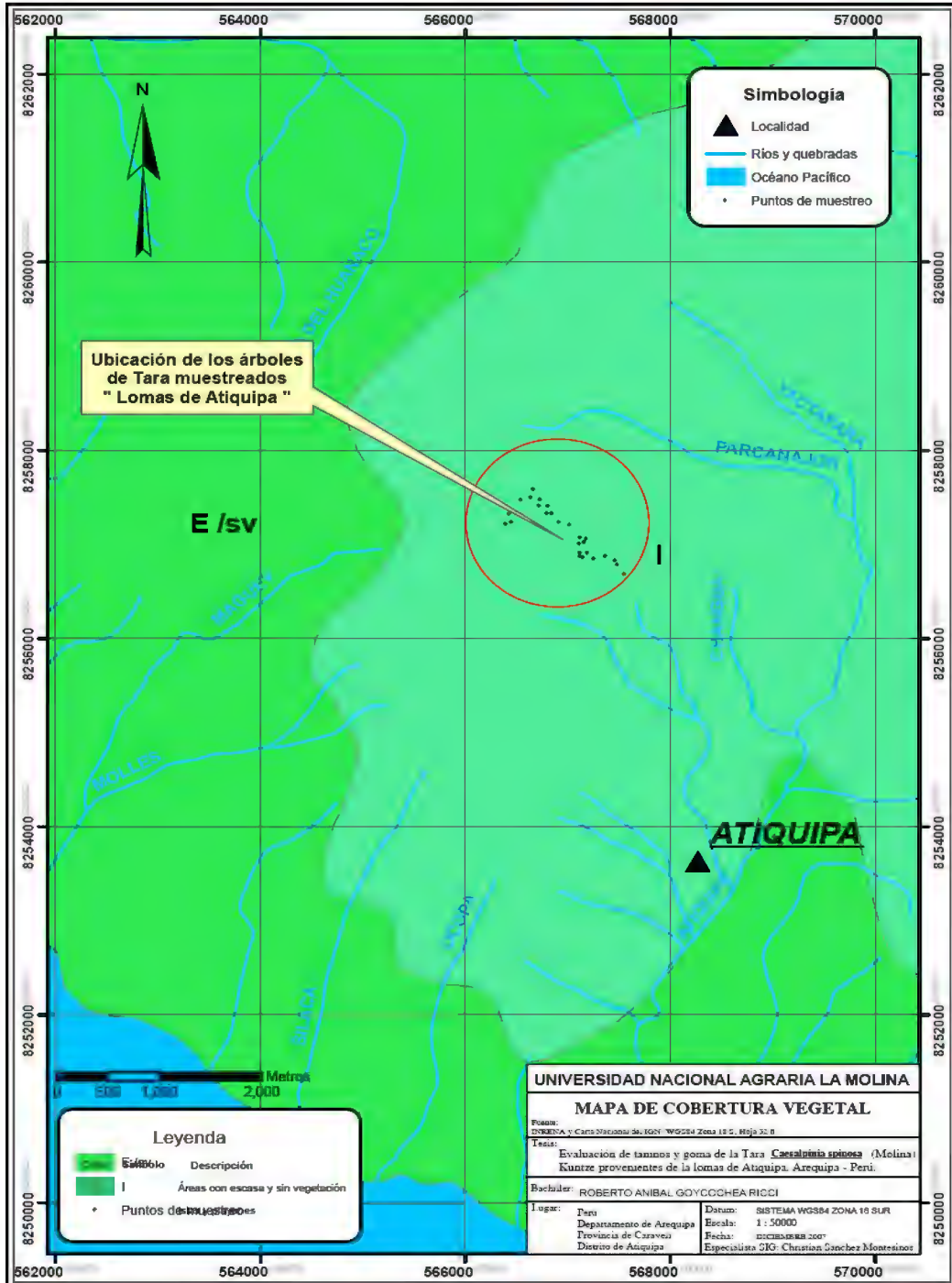
# ANEXO 15

## UBICACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE TARA MUESTREADOS EN EL MAPA ECOLÓGICO



# ANEXO 16

## UBICACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE TARA MUESTREADOS EN EL MAPA DE COBERTURA VEGETAL



## ANEXO 17

### CUADRO DE PRODUCTOS CON ARANCEL CERO PARA INGRASAR A EEUU Y A LA UNION EUROPEA



## ANEXO 18

















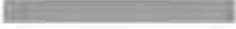


















### RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS DE TANINOS REALIZADOS POR ÁRBOL






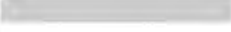

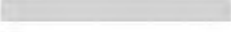

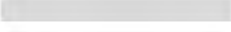


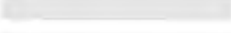







<b>Bloques</b>	<b>Altitud</b>	<b>Diámetros(cm.)</b>	<b>Taninos %</b>
<b>I</b>  <b>620-725</b>  <b>msnm</b>	610	50	55.31
	631	25	25.98
	638	26	23.04
	653	52	42.11
	670	48	48.42
	690	40	36.98
	715	27	33.11
	720	37	36.5
	725	95	27.99
<b>II</b>  <b>726-859</b>  <b>msnm</b>	730	24	29.99
	730	53	41.01
	737	50	35.7
	750	26	37.87
	787	42	26.41
	820	58	43.68
	850	38	31.01
	858	6	44.99
	859	47	60.09
<b>III</b>  <b>860-1000</b>  <b>msnm</b>	860	30	38.89
	893	10	44.67
	916	31	41.84
	928	56	39.23
	941	40	33.41
	947	58	45.59
	952	16	52.06
	958	26	45.3
	961	67	40.62

# ANEXO 19

## TABLA DE COLORES HEXADECIMAL

Nombre	Muestra	Hexadecimal
--------	---------	-------------

Gris 46		#757575
Gris 47		#787878
Gris 48		#7A7A7A
Gris 49		#7D7D7D
Gris 50		#7F7F7F
Gris 51		#828282
Gris 52		#858585
Gris 53		#878787
Gris 54		#8A8A8A
Gris 55		#8C8C8C
Gris 56		#8F8F8F
Gris 57		#919191
Gris 58		#949494
Gris 59		#969696
Gris 60		#999999
Gris 61		#9C9C9C
Gris 62		#9E9E9E
Gris 63		#A1A1A1
Gris 64		#A3A3A3
Gris 65		#A6A6A6
Gris 66		#A8A8A8
Gris 67		#ABABAB
Gris 68		#ADADAD
Gris 69		#B0B0B0
Gris 70		#B3B3B3
Gris 71		#B5B5B5
Gris 72		#B8B8B8
Gris 73		#BABABA
Gris 74		#BDBDBD
Gris 75		#BFBFBF
Gris 76		#C2C2C2
Gris 77		#C4C4C4
Gris 78		#C7C7C7
Gris 79		#C9C9C9
Gris 80		#CCCCCC

Gris 81		#CFCFCF
Gris 82		#D1D1D1
Gris 83		#D4D4D4
Gris 84		#D6D6D6
Gris 85		#D9D9D9
Gris 86		#DBDBDB
Gris 87		#DEDEDE
Gris 88		#E0E0E0
Gris 89		#E3E3E3
Gris 90		#E5E5E5
Gris 91		#E8E8E8
Gris 92		#EBEBEB
Gris 93		#EDEDED
Gris 94		#F0F0F0
Gris 95		#F2F2F2
Gris 96		#F5F5F5
Gris 97		#F7F7F7
Gris 98		#FAFAFA
Gris 99		#FCFCFC
Gris 100 (Blanco)		#FFFFFF

## ANEXO 20

### CANTIDAD DE VAINAS DE TARA RECOLECTADAS

<i>Peso total de fruto recolectado (g.)</i>	<i>Peso de las semillas (g.)</i>
286.2	91.2
175.5	36.25
315.05	103.4
392.7	120.7
351.4	105.6
199	62.8
194.65	69.1
126	43.2
283.1	74.6
241.1	58.65
267.7	94.9
342.8	105.8
348.15	108.6
274.5	93
254	87.1
317.2	99.5
288	101.7
228.55	78.9
308.08	109.7
180.6	62.4
216.1	78.3
252.8	81.1
283.1	81.85
195.1	65.1
171.35	46.9
190.2	50.7
124.6	45.3
<b>Total = 6807.53</b>	<b>2156.4</b>

## ANEXO 21

### ALTURAS TOTALES Y DIÁMETROS DE COPA DE LOS ÁRBOLES SELECCIONADOS PARA LA RECOLECCIÓN DEL FRUTO

<i>msnm</i>	<i>Diámetros (DAP) (cm)</i>	<i>Altura total (m)</i>	<i>Diámetro de copa (m)</i>
610	50	7	4
631	25	6	6
638	26	6	8
653	52	7	5
670	48	7	7
690	40	6	6
715	27	6.5	5
725	37	6	6
720	95	6.5	3.5
730	24	4.5	4.2
731	50	7.5	5.5
737	53	6	6
750	26	7.5	7
787	42	8	8
820	58	12	6
850	38	7	10
858	6	2	2
859	47	3.5	6
860	30	4	5
893	10	3.3	2.8
916	31	7.5	6.4
928	56	3	4.8
941	40	6.5	7.2
947	58	5	8
952	16	3.5	6.4
958	26	5	6.4
961	67	7	8.8



## ANEXO 22

### ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS DE TANINOS

#### Bloque I

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
Repeticiones	2	20.4578111	0.8483	NS
Clases diamétricas	2	192.6184111	0.3061	NS
Error experimental	4	119.2771444		
Total	8			
<b>CV (%)</b>	29.83629			

#### Bloque II

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
Repeticiones	2	215.8669444	0.2021	NS
Clases diamétricas	2	21.1403111	0.7974	NS
Error experimental	4	88.1661444		
Total	8			
<b>CV (%)</b>	23.55731			

#### Bloque III

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
Repeticiones	2	4.9397444	0.7979	NS
Clases diamétricas	2	65.5983444	0.1494	NS
Error experimental	4	20.6623778		
Total	8			
<b>CV (%)</b>	10.72045			

### Comparación de los tres Bloques

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
Repeticiones	2	36.1276961	0.9320	NS
Árboles evaluados	8	83.0628570	0.4644	NS
Error experimental	16	103.172856		
Total	26			
<b>CV (%)</b>	<b>25.77669</b>			