

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES**



**“ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES DE LAS HOJAS DE TECA Y  
ZAPOTE PARA LA ELABORACIÓN DE ENVASES  
DESCARTABLES DE ALIMENTOS”**

**Presentada por:**

**TANIA CHACÓN PAGÁN**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO MAGISTER  
SCIENTIAE EN CIENCIAS AMBIENTALES**

**Lima - Perú**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES**

**“ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES DE LAS HOJAS DE TECA Y  
ZAPOTE PARA LA ELABORACIÓN DE ENVASES  
DESCARTABLES DE ALIMENTOS”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO MAGISTER  
SCIENTIAE EN CIENCIAS AMBIENTALES**

**Presentada por:**

**TANIA CHACÓN PAGÁN**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

---

**Mg. Sc. Juan Carlos Palma  
PRESIDENTE**

---

**Ph.D. Héctor Gonzales Mora  
ASESOR**

---

**Mg.Sc. Víctor Miyashiro Kiyari  
MIEMBRO**

---

**M.Sc. Francisco Salas Valerio  
MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por acompañarme y guiarme en todo mi proceso de investigación con su amor y paciencia. A mis padres Raúl y Adela por su apoyo incondicional y creer en mi todo el tiempo, hasta lograr mi tan anhelada meta. A mi hermana Mónica por todas sus palabras de aliento, enseñanzas, enorme paciencia y su ayuda persistente y amorosa siempre hasta la culminación de mi estudio y más. AMAELEADMV por ser mi fuente de inspiración siempre.

## **AGRADECIMIENTOS**

El presente trabajo significó la suma de esfuerzos de los diversos profesionales que me apoyaron con sus opiniones, puntos de vista, e información en momentos de dudas e indecisión.

Esta tesis de investigación, me ha permitido culminar un trabajo a la altura exigida, al estar relacionado al cuidado del medio ambiente, me permitió coleccionar datos relacionados al tema

Al Doctor Héctor Enrique Gonzales Mora con sus conocimientos y paciencia logro guiar este estudio hasta su culminación

A mi comité consejero, el cual absolvió muchas de mis dudas durante el proceso del desarrollo de mi investigación

Agradezco a la facultad de ciencias forestales, departamento de industrias forestales, por permitirme desarrollar la parte experimental en el laboratorio de pulpa y papel, así como a los técnicos de dicho laboratorio, sobretodo el Sr Marco Panduro.

Agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra manera fueron participes en el desarrollo de mi investigación. Muchísimas gracias a todos.

# ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1.	Productos forestales no maderables.....	3
2.2.	Especies en estudio.....	4
2.2.1.	Teca ( <i>Tectona grandis</i> ).....	4
2.2.2.	Zapote ( <i>Matisia cordata</i> ).....	7
2.3.	Menaje de casa.....	10
2.3.1.	Materiales de ingeniería.....	11
2.4.	Vajilla .....	14
2.4.1.	Tipos de materiales utilizados .....	14
2.5.	Propiedades de los materiales de las vajillas .....	23
a)	Rigidez.....	23
b)	Absorción al agua .....	24
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
3.1.	Área de estudio .....	31
3.1.1.	Ubicación geográfica.....	31
3.1.2.	Lugar de colecta.....	31
3.1.3.	Vía de acceso .....	31
3.1.5.	Lugar de ensayos .....	34
3.2.	Muestras utilizadas .....	35
3.3.	Materiales y Reactivos.....	35
3.3.1.	Materiales para la colección de muestras y toma de datos campo .....	35
3.3.2.	Material para el prensado y secado de las muestras .....	35
3.3.3.	Fase de elaboración de pulpa mecánica.....	36
3.3.4.	Fase de laboratorio de propiedades físicas - mecánicas .....	36
3.3.5.	Propiedades físico - químicas .....	37
3.3.6.	Equipo para procesamiento de datos .....	38
3.4.	Análisis Realizados .....	38
3.5.	Diseño Estadístico .....	46
3.6.	Metodología Experimental .....	49
3.6.1.	Secuencia metodológica .....	49

3.6.2.	Obtención de hoja seca .....	48
3.6.3.	Elaboración de base rígida: cartón.....	53
3.6.4.	Productividad de hojas .....	54
3.6.5	____Análisis de las propiedades físico-mecánicas .....	54
3.6.6.	____Determinación de propiedades físico - químicas.....	56
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....		57
4.1.	Productividad de hojas .....	57
4.2.	Propiedades físico – mecánicas de las hojas .....	58
Análisis de las propiedades físico - químicas .....		64
4.2.1.	Análisis proximal o bromatológico .....	64
4.2.2.	Determinación de grasa .....	65
4.2.3.	Marcha fitoquímica.....	65
4.3.3.2	____SAPONINA .....	66
4.2.4.	Análisis de contenido de metales pesados .....	72
V. CONCLUSIONES .....		77
VI. RECOMENDACIONES .....		78
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		79
VIII. ANEXOS .....		95

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Límites permisibles en utensilios de vidrio para elementos de plomo (Pb) y cadmio (Cd) .....	22
Tabla 2: Diseño estadístico de la evaluación de hojas de teca y zapote realizada. ....	43
Tabla 3: Diseño estadístico de la evaluación de cartón de pino chuncho realizada. ....	43
Tabla 4: Resumen del procedimiento de comparación de medias.....	45
Tabla 5: Rendimiento por rangos de DAP (diámetro a la altura del pecho) en hojas de “teca” .....	53
Tabla 6: Rendimiento por rangos de DAP en hojas de “zapote” .....	53
Tabla 7: Valores de los resultados promedios de espesor hoja de teca y zapote.....	54
Tabla 8: Valores de los resultados promedios de densidad de hoja de teca y zapote....	55
Tabla 9: Valores de los resultados promedios del gramaje en hoja de teca y zapote .....	57
Tabla 10: Valores de los resultados promedios de absorción de agua de teca y zapote. ....	58
Tabla 11: Valores de los resultados de resistencia a la grasa en hoja teca y zapote.....	59
Tabla 12: Resultados de coordenadas cromáticas para hoja de teca y zapote .....	60
Tabla 13: Valores de los resultados promedios de rigidez en hoja de teca y zapote.....	61
Tabla 14: Comparación de las hojas de teca y zapote con una muestra patrón.....	63
Tabla 15: Comparación del cartón de Pino chuncho con una muestra patrón .....	64
Tabla 16: Composición química de las hojas de zapote y teca .....	64
Tabla 17: Compuestos de las hojas de <i>Tectona grandis</i> y <i>Matisia cordata</i> reconocidas por la marcha fitoquímica.....	65
Tabla 18: Lista de Dosis Letales de Metales Pesados .....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Figura Hoja de Teca, <i>Tectona grandis</i> L.f Fuente: Xingqiang (1982).....	8
Figura 2: Hoja de zapote.....	10
Figura 3: Evolución de la “ingeniería de los materiales” en el tiempo. ....	12
Figura 4: Clasificación de los materiales.....	12
Figura 5: Envases descartables de poliestireno para alimentos.....	16
Figura 6: Envases biodegradables hechos a base de caña de azúcar y madera .....	20
Figura 7: Platos ancestrales elaborados a base de hojas de árbol en Nepal.....	21
Figura 8: Fuentes de tóxicos potenciales presentes en alimentos.....	25
Figura 9: Sistema Alimento/envase/entorno .....	27
Figura 10: Mapa ubicación del fundo La Génova. Fuente: Arellano et al., (2016).....	33
Figura 11: Micrómetro (instrumento para medir espesor de láminas) .....	40
Figura 12: Equipo de control de absorción de agua COBB .....	41
Figura 13: Marcha fitoquímica de <i>Tectona grandis</i> (Guzmán, 2017). ....	43
Figura 14: Marcha fitoquímica de <i>Matisia cordata</i> (Guzmán, 2017). ....	44
Figura 15: Estructura de envase descartable a base de hojas de árbol .....	48
Figura 16: Secuencia Metodológica de elaboración de envases descartables .....	49
Figura 17: Árbol de teca muestreado en el fundo La Génova, Chanchamayo .....	50
Figura 18: Árbol de zapote muestreado en el fundo La Génova, Chanchamayo .....	51
Figura 19: Bosquejo de secador empleado para las muestras: (1)Urna; (2) Resistencia eléctrica y ventila; (3) Rendija para muestras botánicas; (4) Elementos de sujeción.....	52
Figura 20: Diagrama de realización de Ensayos Físicos – Mecánicos de las hojas de teca y zapote .....	54
Figura 21: Espesor de hojas de <i>Tectona grandis</i> (teca) y <i>Matisia cordata</i> (zapote) .....	54
Figura 22: Espesor de hoja de teca .....	58
Figura 23: Espesor de hoja de zapote .....	58
Figura 24: Densidad entre hojas <i>Tectona grandis</i> (teca) y <i>Matisia cordata</i> (zapote) .....	56
Figura 25: Gramaje en hojas de <i>Tectona grandis</i> (teca) y <i>Matisia cordata</i> (zapote) .....	57
Figura 26: Absorción de agua en hojas de <i>Tectona grandis</i> (teca) y <i>Matisia cordata</i> (zapote).....	58
Figura 27 Resistencia a la grasa en hojas de <i>Tectona grandis</i> (teca) y <i>Matisia cordata</i> (zapote).....	59

Figura 28. Rigidez en hojas de <i>Tectona grandis</i> (teca) y <i>Matisia cordata</i> (zapote).....	62
Figura 29Relación entre Rigidez con espesor de hoja de teca .....	62
Figura 30Relación entre Rigidez con espesor de hoja de zapote .....	63
Figura 31Reacción positiva a la prueba de azúcares reductores en la especie zapote.....	66
Figura 32Reacción positiva a la prueba de saponina en ambas especies .....	67
Figura 33Reacción positiva a la prueba de presencia de anillos aromáticos dio positivo en zapote y negativo en teca .....	68
Figura 34Reacción positiva a la prueba fenoles, dio positivo en zapote y negativo en teca.....	69
Figura 35Reacción de determinación de grupos funcionales dio positivo en teca y negativo en zapote .....	70
Figura 36Reacción de presencia de proteínas, dio positivo en ambas.....	71
Figura 37Reacción de presencia de núcleos esteroidales triterpénicos positiva en zapote y negativo en teca .....	72

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 ANEXO 1 . COORDENADAS GPS DE LOS INDIVIDUOS SELECCIONADOS PARA LA ESPECIE ZAPOTE .....	95
ANEXO 3 ANEXO 3. COORDENADAS GPS DE LOS INDIVIDUOS SELECCIONADOS PARA LA ESPECIE PINO CHUNCHO .....	96
ANEXO 4 ANEXO 4. PROCESO DE ELABORACIÓN DE CARTÓN .....	96
ANEXO 5 ANEXO 5. Analisis de Variancia.....	97
ANEXO 6 ANEXO 6. ANVA DE GRAMAJE DE HOJAS.....	98
ANEXO 8 ANEXO 8. ANVA DE RIGIDEZ .....	98
ANEXO 9 ANEXO 9. GRÁFICOS DE CAJAS PARA ESPECIES ZAPOTE, TECA Y CARTÓN, SIENDO LAS VARIABLES ESPESOR, GRAMAJE, ABSORCIÓN DE AGUA, RESISTENCIA A LA GRASA y RÍGIDEZ. ....	99
ANEXO 10 ANEXO 10. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS PARA ESPECIE ZAPOTE Y TECA, TENIENDO COMO VARIABLES GRAMAJE, ESPESOR, RESISTENCIA A LA GRASA, ABSORCIÓN DE AGUA Y RIGIDEZ. ....	101
ANEXO 12 ANEXO 12. ANÁLISIS PROXIMAL DE TECA .....	109
ANEXO 13 ANEXO 13. DETERMINACIÓN DE GRASAS.....	111
ANEXO 14 ANEXO 14. ANÁLISIS DE METALES PESADOS .....	112

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito estudiar las propiedades de las hojas Teca y Zapote con fines de elaboración para platos descartables, colectados en el distrito de San Ramón, La Merced - Junín. Dentro de los ensayos físico mecánicos se tomaron como variables la densidad, espesor, gramaje, absorción de agua, resistencia a la grasa y rigidez. En el proceso para la obtención estructural de los envases biodegradables, se prepararon las hojas lavándolas previamente, luego de ello, se prensaron siendo sometidas a secado moderado a una temperatura de 30°C por 12 horas llegando a una humedad de 12 por ciento, posteriormente se elaboró el cartón como estructura interna del envase para finalmente evaluar las propiedades físico mecánicas, además, se evaluaron las propiedades físico químicas y la productividad de envases en un árbol. En los resultados obtenidos se observa que las hojas de Zapote muestran mejor aptitud, no obstante, para los ensayos de gramaje resistencia al agua, así como, los ensayos de absorción de agua y rigidez son más aptas las hojas de Teca, por lo tanto, se concluye que las hojas de Teca poseen mejor aptitud en las propiedades físico mecánicas más relevantes.

**Palabras claves:** Teca, Zapote, envases biodegradables, propiedades físico mecánicas, rigidez.

## ABSTRACT

The purpose of this research was to study the properties of Teca and Zapote leaves collected in the district of San Ramon, La Merced – Junin for the production of disposable dishes. Within the physical-mechanical tests, density, thickness, grammage, water absorption, fat resistance and stiffness were taken as variables. In the process for the structural preparation of the biodegradable containers, the leaves were prepared by washing them beforehand, after which they were pressed and subjected to a moderate drying at a temperature of 30° C for 12 hours, reaching a humidity of 12 percent, subsequently the cardboard was elaborated as the internal structure of the container to finally evaluate the physical and mechanical properties, in addition, the physical and chemical properties and the productivity of containers in a tree were evaluated. It was observed in the results obtained that the leaves of Zapote showed better aptitude, nevertheless, for the essays of grammage resistance to the water, as well as, the tests of absorption of the water and rigidity are more apt the leaves of Teca, therefore, it is concluded that Teca leaves have better aptitude in the most relevant physical-mechanical properties

**Keywords:** *Teca, Zapote, biodegradable containers, physical-mechanical properties, rigidity.*

## **I. INTRODUCCIÓN**

El medio ambiente considera factores naturales, culturales, sociales, tecnológicos y económicos, entre otros, los cuales condicionan la vida del hombre. También es considerado un sistema debido a su constitución, compuesto de elementos relacionados entre sí, que evolucionan en el tiempo y están divididos en dos grupos, los naturales y los antrópicos.

Los residuos sólidos forman parte de los desechos generados por el hombre al consumir diferentes productos para satisfacer múltiples necesidades. Este tipo de residuos genera preocupación en la sociedad debido a que cada vez se genera una mayor cantidad impactando en el ambiente y su capacidad de procesamiento.

Ante la condición ambiental actual del planeta, es necesario elaborar, desarrollar y aplicar una gestión adecuada de los residuos. La gestión del agua, la energía y de los residuos urbanos promueven la innovación para buscar un uso eficiente de los productos con el propósito de evitar o minimizar el impacto de los productos en el medio ambiente que puede ocasionar su disposición final luego de su uso. El aumento demográfico y los hábitos de consumo de la población son factores que inciden y ponen en riesgo la sostenibilidad del planeta. Ante este panorama, la gestión de los residuos sólidos es motivo de preocupación social debido al impacto que generan en la salud humana y en los ecosistemas naturales afectando el bienestar humano, sin embargo, las políticas gubernamentales son deficientes siendo aún un reto el minimizar su impacto.

El uso de envases para alimentos es necesario y aumenta conforme aumenta la demanda de ellos debido, principalmente, a los hábitos de consumo, sin tener en cuenta el impacto en el ambiente que pueden generar durante su proceso de fabricación o disposición final luego de su uso; sin embargo, en los últimos tiempos se observa una tendencia creciente a utilizar materiales saludables y amigables con el medio ambiente, contribuyendo de esa manera con la sostenibilidad.

El presente trabajo tiene por objetivo estudiar las propiedades de las hojas de Teca y Zapote colectadas en San Ramón, La Merced, Junín con fines de elaboración de platos descartables. Para ello se plantea desarrollar el análisis bromatológico de las hojas para precisar los contenidos de humedad, proteína, lípidos y cenizas de las hojas, también, evaluar las propiedades físicas y mecánicas de las hojas y evaluar el comportamiento. Finalmente determinar la presencia de elementos contaminantes en las hojas. Todo ello permitirá realizar una verificación global de que tanto sus características físicas y químicas nos permitan conocer su valoración toxicológica con el fin de evitar producir daño a la salud del consumidor.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Productos forestales no maderables**

Los productos forestales no maderables son bienes de origen biológico que proceden del bosque, que pueden ser colectados silvestremente, provenientes de plantaciones forestales o de sistemas agroforestales. Se les da usos tales como alimentos, aditivos de alimentos, condimentos, resinas, gomas, cosméticos etc, (FAO, 1994).

Peltonen (1995) considera a los bosques como una unidad productora de madera, cuya diversidad se ha valorado en cuanto a los productos no maderables, como aceites, medicinas, combustible, resinas y exudados, que garantizan beneficios para sus poblaciones rurales cercanas. Dicho autor entiende como producto forestal no maderable (PFNM) a los productos y servicios derivados del bosque.

Los bosques son el hábitat de plantas multipropósito; gracias a ellos, durante milenios los habitantes de los bosques han sobrevivido recolectando leña y semillas o cosechando sus frutos. Existe una relación estrecha entre el bosque y el hombre, además de su importancia tradicional, cultural y socioeconómica, la exportación de PFNM genera ingresos importantes a nivel nacional e internacional. Respecto al uso de las hojas como PFNM, se puede nombrar algunos usos que se les da, tales como medicinales (analgésicos, alivio de problemas estomacales, alivio de dolores reumáticos), curtiembre de pieles de animales, elaboración de techos de viviendas rurales, elaboración de sombreros artesanales, alimento para ganado, destilación de aceites esenciales, repelentes e insecticidas, entre otros. Adicionalmente a estos usos, se ha observado en Asia que desde tiempos milenarios se utilizan también para la elaboración de contenedores biodegradables para alimentos (FAO, 1996).

## 2.2. Especies en estudio

### 2.2.1. Teca (*Tectona grandis*)

#### 2.2.1.1. Descripción Botánica

Reino: Vegetal

División: Fanerogamas

Clase: Magnoliapsida

Orden: Lamiales

Familia: Verbenaceae

Género: *Tectona*

Especie: *Tectona grandis* Linn F.

La familia Verbenaceae consta de 91 géneros y unas 1,900 especies. Cuatro géneros (uno introducido) en Europa con especies silvestres o naturalizadas; generalmente, son arbustos y plantas herbáceas de tallo cuadrangular; hojas opuestas, simples o palmaticompuestas; inflorescencias espiciformes o cimosas; flores hermafroditas, zigomorfas; cáliz tubuloso o campanulado con cinco a ocho sépalos soldados; corola bilabiada con cinco pétalos soldados, cuatro estambres libres y desiguales; gineceo con ovario súpero con dos carpelos y un estilo; fruto en núcula o drupáceo (Valdés, 2007).

Nombres comunes: El nombre común más conocido, en la mayoría de los países donde se ha introducido la especie, es 'teca'; así como "Teak" en inglés. En la India se le conoce como "Sagun", "Sagon", "Saguan", "Skhu", "Toak", "Shilp tru", "Indianoak", afirma Zuñiga (2012)

De acuerdo a la revisión que Espitia *et al.* 2011, la *Tectona grandis* L.f, es una especie latifoliada, un árbol grande que puede alcanzar alturas superiores a 35 m en los mejores lugares. Pero en general puede alcanzar más de 50 m de altura y 2 m de hizo el diámetro en su lugar de origen.

Es un árbol de fuste recto que presenta una corteza áspera y fisurada, con un espesor de 1,2 mm de color café claro, la cual se descorteza en placas grandes pero delgadas.

Inflorescencia. - Se presentan en panículas terminales de 40 cm hasta 1 m de largo.

Flores. - De cáliz campanulado de color amarillo verdoso, de borde dentado; los pétalos se juntan formando un tubo de cinco estambres, aproximadamente insertados debajo del tubo de la corola; las anteras son amarillas, ovadas y oblongas, más o menos pubescente con pelos ramificados, estigma blanco amarillento bífido; ovario ovado o cónico, densamente pubescente, con cuatro celdas.

Fruto.- Es una drupa cuadrilobulada, es subgloboso, tetrágono, aplanado; exocarpo delgado, algo carnosos cuando fresco y tomentoso; endocarpo grueso, óseo, corrugado con cuatro celdas que encierran una o dos semillas duras y oleaginosas que tienen un tamaño de 5 mm de largo. La producción de semillas fértiles se presenta entre los 15 y los 20 años; sin embargo, en algunos casos se da una floración temprana entre cinco y ocho años.

Raíz. - Es pivotante gruesa y larga que puede persistir o desaparecer, pero forma numerosas raíces laterales. Las raíces son sensibles a la deficiencia de oxígeno, es por ello que se ubican a poca profundidad (primeros 30 cm) y crecen adecuadamente en suelos bien drenados. En los primeros 30 cm de suelo se encuentra el 65 % a 80 % de la biomasa radical fina, mientras que la producción anual de biomasa radical fina es de 5420 kg/ha.

#### **2.2.1.2. Distribución geográfica**

La "teca" es una especie latifoliada, perteneciente a la familia Verbenaceae, especie originaria de Birmania, península de la India, al oeste de Tailandia e Indonesia, también se le ha encontrado al sur del Ecuador, en Java y algunas pequeñas islas del archipiélago indonesio, mencionan Cháves y Fonseca (1991), comprendiendo regiones por debajo de los 1000 m de altitud, en un área aproximada de 23 millones de hectáreas en la India, Laos, Myanmar y Tailandia (Bhat y Ok Ma, 2004).

Según Cháves y Fonseca, cerca de un tercio de los bosques naturales de "Teca" (8.9 millones de Ha) se encuentra en la India. Para otros, la especie fue introducida en Java, donde se naturalizó. La primera vez que la especie fue introducida en América fue en Trinidad y Tobago, en el año 1913. Luego esta especie ha sido ampliamente distribuida en Belice, República Dominicana, Jamaica, Costa Rica, Cuba, Colombia, Venezuela, Haití, Puerto Rico, Ecuador, Guayana Francesa y México; también se han establecido plantaciones en Brasil, Perú, El Salvador y Honduras, entre otros (Zúñiga, 2012)

En el caso de las plantaciones ubicadas en el Perú no se encuentra información actualizada al respecto, pero existen plantaciones en Madre de Dios, realizadas por la empresa RAMSA (Reforestadora amazónica) en Oxapampa y en la región San Martín; en Pucallpa fueron cultivadas por la empresa MAEXCO, y en el caso del fundo la Génova se cuenta con una población aproximada de 3,500 árboles, en un área de 5.84 Ha (Bulnes *et al.* 2007).

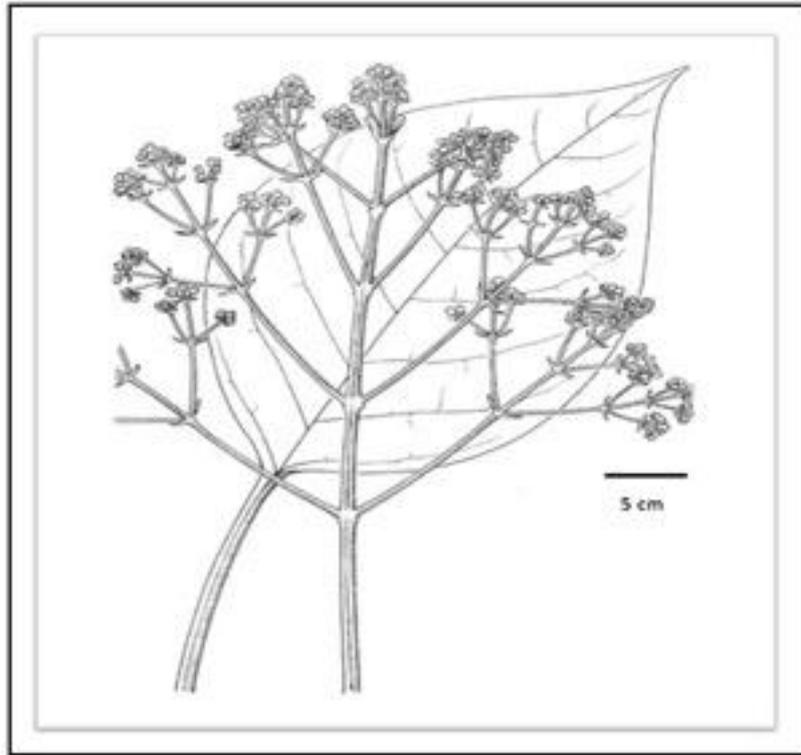
### **2.2.1.3. Usos e importancia de “Teca”**

Weaver (1993) indica que el duramen de la teca, que empieza a formarse durante el sexto año, cambia de color, de verde olivo a un pardo dorado; la albura es amarillenta y difiere marcadamente del duramen, posee fibra recta, textura mediana y es aceitosa al tacto. Su madera se seca al aire con rapidez; también seca bien, pero lento, al horno, generando cuarteaduras, rajaduras o torceduras mínimas. La madera es moderadamente dura y densa, su contracción es escasa, se trabaja bien con herramientas eléctricas o manuales y su contenido de sílice desgasta el filo de los instrumentos; por último, la madera recibe bien los clavos, el barniz y el pulido, y es fácil de encolar.

A principios de siglo, la teca fue usada en la India en construcción de casas, puentes y muelles, para pilotes, coches de ferrocarril; es ideal para las cubiertas en barcos de buen tamaño. También se usa para hacer muebles finos, pisos, terminaciones de interior, dinteles, puertas, entrepaños, tallados, artículos torneados, tanques grandes, también es usada para mástiles y perchas, puntales en minas de carbón, pianos, órganos y armonios, llaves para violines y pipas de tabaco (de nudos en la teca). La madera también produce un valioso aceite de brea después de la destilación, menciona Cortez *et al.* (2011)

### **2.2.1.4. Hojas de teca**

Botánicamente se describen como simples, de forma elíptica, opuestas desde 11 hasta 85 cm de largo y de 6 a 50 cm de ancho. Presentan peciolo gruesos, bordes enteros, tamaños mayormente grandes, de color verde oscuro, con textura áspera en el haz y tomentosas en el envés. Así mismo, las hojas y ramas son opuestas, las panículas y ramas jóvenes son amarillas con hojas caducas. Las hojas y panículas son grandes y sus ramitas jóvenes son amarillas con hojas caducas hasta los 35 cm de ancho y 50 cm de largo (Briscoe, 1995).



**Figura 1:Figura Hoja de Teca, *Tectona grandis* L.f Fuente: Xingqiang (1982)**

## **2.2.2. Zapote (*Matisia cordata*)**

### **2.2.2.1. Descripción botánica**

La especie se clasifica de la siguiente manera:

Reino: Vegetal

División: Angiospermas

Clase: Dicotiledónea

Orden: Malvales

Familia: Bombacaceae

Género: *Matisia*

Especie: *Matisia cordata*

La familia Bombacaceae presenta alrededor de 24 géneros y más o menos 250 especies, distribuidas en regiones tropicales de Norte América, como lo son México, Centro y Sudamérica; algunas especies se encuentran en Asia, África, Australia y Madagascar. Las plantas son árboles o arbustos, a veces armados con espinas; hojas alternas (Nyffeler *et al.* 2000).

La familia Bombacaceae forma un grupo natural; en el Perú, las Bombacaceas incluyen 15 género y 56 especies, 7 especies en 5 géneros son endémicas del Perú, que están en bosques secos y húmedos amazónicos entre los 1300 a 3000 msnm (León, 2006).

El nombre común más conocido en Perú es zapote; se le llama también zapote de América del Sur, zapote chupachupa, sapote chupa, zapote de monte, sapotillo, en Brasil es conocida por zapota (Bajaña, 2016).

Reynel (2003) menciona la siguiente información sobre el árbol del Zapote, sinónimos *Quararibea cordata* (Humboldt & Bonpland)

Inflorescencia. - presenta flores en fascículos que nacen en nudos en las zonas distales de las ramitas.

Flores. - de 6,5 a 7,5 de longitud, son hermafroditas con cáliz y corola presente, cáliz cupuliforme, mayormente pentadentado, el androceo con los filamentos de los estambres unidos formando un tubo estaminal de 3 a 3,5 cm de longitud que sobrepasa la corola, las anteras son numerosas, el pistilo presenta ovario supero columnar y estigma capitado, exserto del tubo estaminal.

Frutos. - globosos de 5 a 6 cm de longitud, la superficie lisa, color Marrón amarillento con 5 surcos, las 5 semillas rodeadas por pulpa carnosa amarillenta, dulce y comestible.

Raíz. - Presenta una raíz tablar.

#### **2.2.2.2. Distribución geográfica**

El zapote crece en bosques lluviosos de zona baja en Perú, Ecuador y Brasil, siendo muy común su aparición en la parte occidental del río Amazonas, en Venezuela y principalmente en dos valles de Colombia, que son Magdalena y Cauca. (Ecured, 2018)

Dueñas (2008) menciona que el zapote es una especie nativa de América tropical, originario de la región andina del Perú, Colombia y Ecuador, probablemente del extremo nor-occidental de la Amazonia, entre los ríos Amazonas y Javaria en el límite del Perú y Brasil; se cultiva tanto en tierras altas como en la llanura amazónica.

No existen plantaciones de zapote en el Perú; sin embargo, el área donde se le ha encontrado distribuida es en la región amazónica, mayormente hasta los 500 msnm. Es una especie con tendencia heliófila, crece rápidamente, es característica en bosque secundario tardío, donde los suelos sean ácidos, fértiles y bien drenados (Rojas, 2014). Existen estudios realizados en la unidad modelo de manejo y producción forestal (DANTAS), donde se estudió una parcela de 31 has en la cual se encontraron 801 individuos de zapote (Kroll et al. 1994).

### **2.2.2.3. Usos e importancia del zapote**

Bajaña (2016) describe que la pulpa del fruto tiene un sabor muy agradable al paladar, es utilizado para consumirse al natural y en la elaboración de bebidas y dulces.

El mismo autor añade que lo emplean para generar sombra para el cacao y café, y sus hojas también son utilizadas como forraje. Su madera es liviana para uso en aserrado y también es utilizada como leña; en cuanto al aceite que se extrae de la semilla también tiene un uso en la industria y el bagazo de la extracción de este aceite es utilizado para alimentar al ganado.

Entre sus principales usos se han encontrado los siguientes:

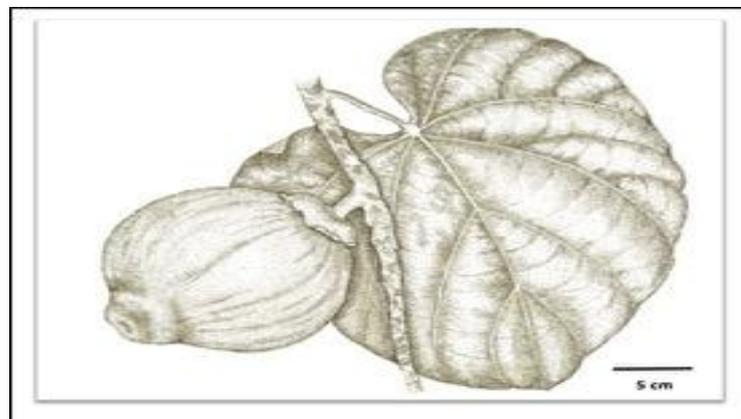
- Tiene propiedades laxantes. Es un laxante suave que elimina el estreñimiento.
- Presenta propiedades fungicidas. Elimina los hongos de la piel.
- Tiene propiedades antioxidantes. Elimina los radicales libres.
- Mejora la salud cardiovascular.
- Disminuye la presión arterial alta.
- Mejora el sistema inmunológico.
- Tiene propiedades antisépticas.
- Regula la función intestinal. Elimina la diarrea.
- Posee propiedades antibacterianas y antivirales, previene y combate algunos virus que infectan nuestro organismo.
- Tiene propiedades antiparasitarias. El polvo de la semilla elimina los parásitos de la piel.
- Es utilizado para eliminar las hemorroides.

- Posee propiedades antiinflamatorias. Es utilizado para el tratamiento de dolores musculares y reumáticos.
- Detiene la caída del cabello. El aceite de semilla se utiliza como tratamiento para la dermatitis seborreica.

#### 2.2.2.4. Hoja de zapote

Hojas. - Son simples, alternas y dispuestas en espiral agrupadas en los extremos de las ramas, presentan peciolo de 10 a 15 cm de longitud, pulvinulados, son acorazonados, con una nerviación palmeada, tiene 7 a 9 nervios, láminas glabras.

Las hojas están agrupadas en el extremo de la ramita, ovadas, base cordada y ápice ligeramente acuminado, borde algo sinuoso, cartaceas y subcoraceas de 7 a 9 nervios principales, palminervados, peciolo de 4 a 18 cm de longitud dilatado en los extremos ligeramente acanalado con pelos simples y estrellados (ver figura 2). La ramita terminal de sección circular con pulverulencia ferruginea y pelos extrellados yema terminal estipulada (Kroll *et al.* 1994).



**Figura 2: Hoja de zapote.**

Fuente: Buriticá *et. al.*, (2015)

### 2.3. Menaje de casa

Es definido como un conjunto de muebles y accesorios de una casa, (RAE, 2001) y comprende la siguiente clasificación según Aduanas (2006):

- Muebles en general
- Mantelería y ropa de cama

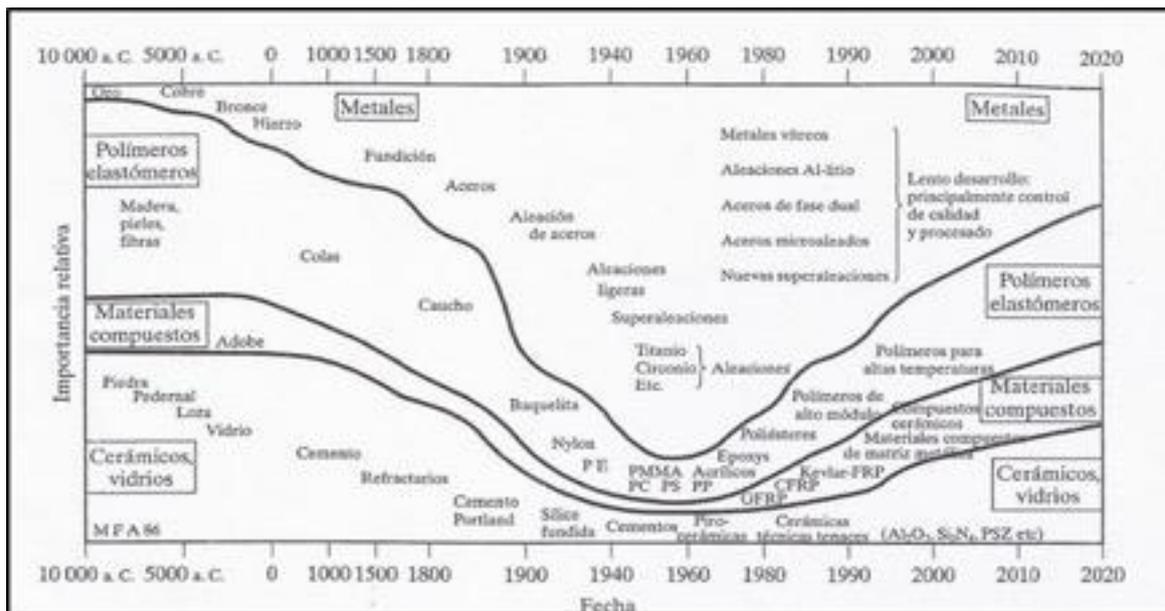
- Cristalería, vajilla, cubiertos y demás servicios de mesa
- Artículos de cocina y repostería
- Artículos de decoración del hogar
- Artículos de limpieza
- Herramientas domésticas
- Artículos eléctricos de uso doméstico
- Libros
- Alfombras o tapices
- Teléfono
- Aparatos de televisión
- Aparatos de reproducción de música y discos de video
- Computadora personal
- Equipo de Gimnasio
- Aparato de video juegos
- Bicicletas
- Juguetes
- Otros bienes de uso y consumo en el hogar

El menaje se elabora con diferentes tipos de materiales, de acuerdo al uso.

### **2.3.1. Materiales de ingeniería**

Shackelford (2010) menciona que la “ciencia de los materiales” estudia a los materiales utilizados para elaborar bienes, con requisitos de resistencia, que desde las primeras civilizaciones han definido las relaciones sociales y la calidad de vida.

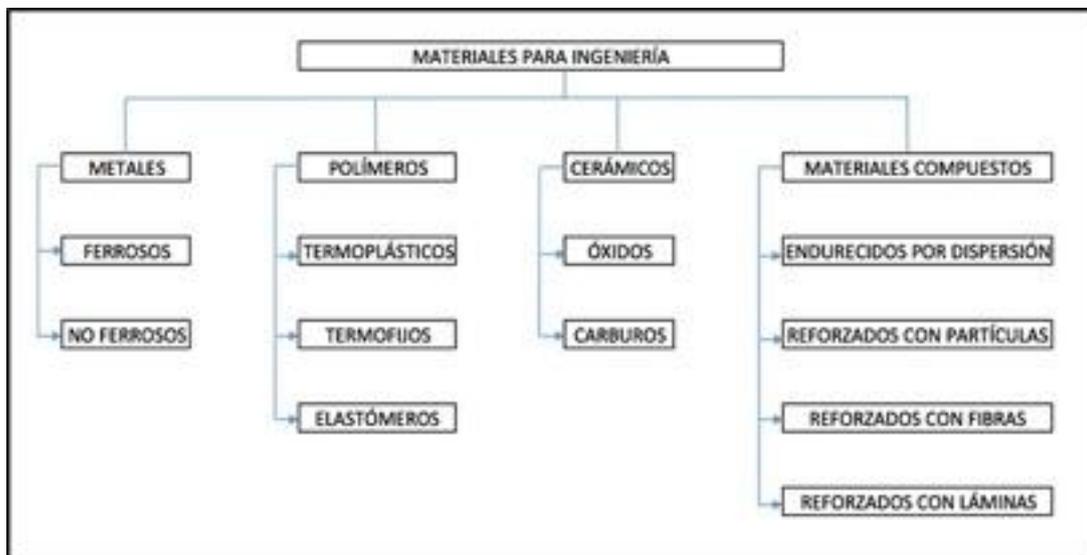
En la figura 3 se aprecia la evolución de diferentes materiales que han sido creados a lo largo de toda la historia de la humanidad, notándose un mayor nivel de importancia en las edades de piedra y bronce; además, se observa otro incremento significativo a partir de los años 60 en adelante, debido a nuevos y sofisticados materiales.



**Figura 3: Evolución de la “ingeniería de los materiales” en el tiempo. 12**

Fuente: Shackelford (2010).

Dentro de la clasificación de materiales para ingeniería existe las cerámicas, polímeros, materiales compuestos, entre otros. En la Figura 4 se observa los “materiales en ingeniería” por grupos.



**Figura 4: Clasificación de los materiales**

Fuente: Sánchez *et al.*, 2010.

Dentro de los tipos de materiales empleados en la fabricación de vajilla, los más usados en las distintas épocas son la cerámica, la porcelana y la loza; esta última, que también es de

origen cerámico, se fabrica a partir de barro arcilloso ( silicato de alúmina) que sirve de aglutinante, el sílice cristalino ( arena cuarzosa) que da el grado de plasticidad a la mezcla y los elementos fundentes que favorecen la formación de un cemento vítreo, el cual permite la cohesión de los minerales de la mezcla. (Sánchez *et al.* 2010).

Plásticos:

Los plásticos se obtienen a partir de petróleo crudo y gas natural, mediante una serie de procesos químicos cuyas materias primas son metano, etileno, benceno, entre otros.

La resina es un monómero que es transformado en un polímero, el cual es la materia prima básica del plástico (Rubin, 2002)

Los polímeros se clasifican según su comportamiento físico en mecánico y térmico. Estos últimos se subclasifican en termoplásticos y termoestables o termorígidos.

Termoplásticos: se funden al calentarlos y se solidifican al enfriarse, y tienen la posibilidad de reciclarse. Ejemplos: polietileno, polipropileno, poliestireno, entre otros.

El polietileno es un termoplástico resistente al agua, con gran facilidad de moldeo, elevada resistencia al impacto y la abrasión; el polipropileno tiene buenas características mecánicas, térmicas, eléctrica y elevada resistencia, y el poliestireno presenta bajo poder específico, reducida contracción, estabilidad alta al calor, estabilidad en dimensiones y frente a la humedad es insípido e inodoro. Este último es recomendado en la industria alimenticia, decorado, juguetes y la industria eléctrica y electrónica.

Según Álvarez *et al.*, (2012) el poliestireno expandido es un material utilizado en empaques y embalajes de la industria alimentaria, siendo este utilizado como material de envases desechables de alimentos, dentro de sus principales propiedades menciona:

Propiedades físicas:

- No es higroscópico
- Niveles de absorción bajos
- Estable frente a temperaturas altas

Propiedades biológicas:

- Imputrescible

- No enmohece
- No se descompone.

Algunas de sus características físicas son:

- Bajo peso
- Resistencia
- Por su ligereza se reducen costos de transporte
- Olor y sabor neutros
- No absorbe agua

Termorígidos.- al calentarlos por primera vez se forman entrecruzamientos y se transforman en infusibles e insolubles; no pueden ser remodelados. Ejemplos: melanina, resinas epoxi, poliuretanos etc. Las resinas se caracterizan por sus excelentes propiedades mecánicas y resistencia al desgaste; la melanina presenta una excelente estabilidad dimensional, buena resistencia al calor y gran resistencia al aislamiento, y los poliuretanos se emplean en la fabricación de fuelles, parachoques, pinturas y adhesivos por su estabilidad, flexibilidad, resistencia a la abrasión y corte (Morales, 2010).

## **2.4. Vajilla**

Según Larousse (2018) es el conjunto de piezas y accesorios destinados al servicio de mesa, con la excepción de la cristalería y la cubertería.

### **2.4.1. Tipos de materiales utilizados**

La tecnología de los materiales destinados a vajilla es un factor muy importante en el avance social de los individuos, puesto que es un indicador de sociedad avanzada, siendo aquella la que posee mayores estudios y conocimientos en este campo. Dependiendo de sus necesidades, manejo y mantenimiento, Jweiles (2010) los clasifica de la siguiente manera:

- Madera: material duro y fibroso que es resistente gracias a su composición y por su abundancia natural.
- Plástico: es un material muy utilizado en las vajillas desechables por su bajo costo, existen vajillas de plástico desde las más lujosas hasta las más económicas.
- Arcilla: se ha utilizado en tiempos antiguos, tiene gran resistencia al agua, adecuada para platos decorativos.

- Cerámica: es un material usado hace diez mil años antes de Cristo, y no solo para fines alimenticios, sino también para fines ceremoniales.
- Loza: está cubierta de esmalte blanco que le da un aspecto más decorativo, se fabrican a mano con ayuda de tornos y se cocinan en todo tipo de horno; es un material 100 por ciento orgánico.
- Porcelana: es un producto cerámico tradicionalmente blanco, compacto y duro, se obtiene a partir de una pasta hecha de caolín, feldespato y cuarzo; su proceso de cocción consta de dos partes: primero, un bizcocho y luego se le realiza el vidriado.
- Acero inoxidable: material muy resistente ya que no se mancha, no se desgasta ni se oxida, es por ello que es muy requerido en la cocina y en equipos industriales.
- Silicona: Material para comidas calientes y frías aguantando temperaturas de 200°C es un material flexible y resistente.
- Melamina: es una vajilla requerida por su colorido, indestructible apta para el uso diario y su uso es de corte informal.
- Productos de material vegetal: son diversos materiales, entre ellos, el papel, almidón de maíz, hojas de árbol, bambú, etc.

El presente estudio se enfoca en envases desechables; dentro de los materiales desechables inorgánicos más utilizados resaltamos a todos los derivados del plástico, entre los más utilizados en esta clasificación se encuentra el poliestireno, que es un polímero termoplástico obtenido de la polimerización del estireno.

Los envases elaborados con este material poseen propiedades como transparencia, insolación, flexibilidad y rigidez, entre otros; es muy beneficiosa para la industria de los alimentos por su bajo costo, pero el tiempo de uso del material es mínimo y su desintegración toma miles de años (Fiorentino, 2016).



**Figura 5: Envases descartables de poliestireno para alimentos**

Fuente: Proexpansión, (2015)

#### **2.4.2. Los materiales no degradables y los biodegradables**

Según Calvo *et al.* (2012), los envases plásticos son esenciales para múltiples movimientos, desplazamientos rápidos y continuos de compromisos, laborales, escolares, familiares y sociales; vienen con determinadas características físicas y químicas, con especificaciones estructurales, como tamaño, capacidad, resistencia a la compresión vertical, grado de barrera a la humedad, etc.

Davis *et al.* (2006) menciona que los residuos de envases constituyen una parte importante de los desechos sólidos municipales y han provocado mayores preocupaciones medioambientales, lo que ha dado lugar a elaborar diversos reglamentos destinados a reducir sus cantidades.

En los últimos años, el reciclaje de materiales de embalaje ha aumentado, pero las tasas de reciclaje de la mayoría de los envases de plástico siguen siendo bajas ( Davis & Song 2006 ; Hopewell *et al.*, 2009 )

Más de 67 millones de toneladas de residuos de envases se generan anualmente en la Unión Europea, que comprenden aproximadamente un tercio de todos los residuos sólidos urbanos ( Klingbeil, 2000 )

La eliminación de los materiales de embalaje es particularmente significativa en vista del enfoque reciente en la generación y gestión de residuos como aspectos ambientales importantes de la sociedad actual ( IHOBE, 2017)

Cada vez resulta más evidente que el uso de plásticos de larga duración para aplicaciones de vida corta no está en absoluto justificado, especialmente cuando existe un peligro creciente de perturbación de los sistemas vivos; la eliminación de residuos plásticos es de sumo interés en cirugía, higiene, catering, envasado, agricultura, pesca, protección medioambiental, aplicaciones técnicas y otros usos potenciales, menciona Doi (1994).

Desde otro punto de vista, los plásticos tienen también un impacto muy costoso sobre la gestión de los residuos, y las autoridades municipales están empezando a ser conscientes del ahorro considerable que puede suponer la recogida de los residuos orgánicos "húmedos" en los llamados "biobins" (silos biológicos) para ser convertidos en compost (Demicheli, 1996).

Por todas estas razones, para los responsables de las decisiones y para la industria de los plásticos es primordial conseguir las condiciones necesarias para sustituir los plásticos no degradables por plásticos degradables, especialmente para aplicaciones en la industria del envase y embalaje, sobre todo para los envases no recuperables, concluye Colvin (1995).

Pardo *et al.* (2011) indica que se requiere el compromiso de hoy para mejorar el medio ambiente y construir una sociedad más equitativa a futuro; por tales cuestiones, se hace importante el desarrollo de nuevos materiales de empaque, como los biodegradables y los envases comestibles.

En cuanto a los envases biodegradables, la descomposición del material se da por medio de microorganismos hasta llegar a dióxido de carbono, agua, metano y biomasa en un periodo de tiempo.

Se requieren recursos económicos para la investigación y desarrollo, así como políticas de Estado que sean constantes en el tiempo y alcancen a todos los estratos sociales.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) estimó que la producción mundial de arroz en el 2016 alcanzaría el nivel sin precedentes de 749,7 millones de toneladas, superando lo producido en el 2015 (Naciones Unidas, 2016).

Analizando la situación actual del cultivo del arroz en el Valle de San Lorenzo, situado en Tambogrande, este no cuenta con los réditos económicos esperados y, por tanto, no alcanza el desarrollo que se espera traiga a sus pobladores al ser uno de los principales productores del país. Al profundizar acerca de este recurso, se identificó a la cascarilla de arroz como un sub producto de la cosecha que dañaba el medio ambiente a raíz de su quema para la obtención de sus derivados. Es así, que guiados por proyectos similares, nace Biocaspack, al identificar la oportunidad de convertir esta cascarilla en envases de naturaleza biodegradable con un fin decorativo, que le den un valor agregado o uso derivado a este insumo en pos de establecer una innovadora idea de negocio. Para llegar al proceso de elaboración del envase óptimo se pasó por varias etapas de experimentación, denominadas pruebas preliminares, con el fin de encontrar las proporciones adecuadas que llevaran a una consistencia adecuada y acabado similar a algunos envases sustitutos presentes en el mercado.

Es también esencial que los medios de comunicación de masas eviten contribuir al deterioro del medio humano y difundan, por el contrario, información de carácter educativo sobre la necesidad de protegerlo y mejorarlo, a fin de que el hombre pueda desarrollarse en todos los aspectos”, menciona Sepulveda *et al*, 2012

De la misma forma la empresa colombiana Biodegradables-Ecogreen desarrolla envases a base de almidón de maíz como materia sostenible y renovable, con un proceso de biodegradación de alrededor de 180 días; este material es inocuo, es decir, no transfiere olores ni sabores, y mucho menos los radicales libres que vienen en los plásticos (Cotrina *et al*. 2016)

### **2.4.3. Clasificación Orgánica de materiales**

Siendo los productos de material vegetal “amigables con el ambiente”, esto quiere decir que el tiempo en descomponerse es menor, frente a otros materiales, tales como los compuestos orgánicos. A continuación, se muestra las categorías: bioplástico y materiales biodegradables.

Bioplástico:

Los bioplásticos son compuestos que tienen una naturaleza como el plástico, pero son creados a partir de compuestos orgánicos, y estos deben ser biodegradables y compostables, afirma Fiorentino (2016).

Según Meza (2016), los bioplásticos pueden tener como origen los biopolímeros; a partir de biomasa compuesta por polisacáridos (almidón, celulosa, goma ó quitosanos), proteínas (gelatinas, colágeno, zelnas, suero de leche, gluten, soja ó maíz) y Lipidos (triglicéridos); los sintetizados a partir de monómeros de biomasa estarán compuestos de Acido poliláctico (PLA) y otros poliésteres, o pueden ser producidos a partir de polihidroxiálconoatos (PHAS) ó celulosa bacteriana.

Cuando el origen son plásticos biodegradables de origen petroquímico, estarán compuestos de Policaprolactona(PCL), poliésteramida (PEA) y copoliésteras (PBAS).

Según Fernández *et al.*, (2015), en un inicio los primeros en difundirse fueron los bioplásticos vegetales, es decir, los fabricados a partir de almidón de papa, maíz o yuca. Hay dos tipos de bioplásticos marcados, un primer grupo procedentes de recursos renovables, cuyos monómeros proceden de biomasa como almidón y celulosa, y otro grupo que son los bioplásticos sintetizados de manera biotecnológica.

Montenegro (2018) menciona que dentro de las alternativas biodegradables (desde las artesanales utilizadas en India y Nepal hace miles de años), está fabricar platos artesanales a base de hojas, las cuales tienen un tiempo de degradación de entre 90 a 240 días (ver figura 7), luego de ello, se convierten en abono.

Biodegradables:

Algunos materiales nombrados por Jweiles (2009), como materiales orgánicos, trigo, maíz y ácido láctico, son ingredientes que no son nocivos para la salud (ver figura 6); y se degradan por acción de microorganismos como bacterias, hongos y algas (Navia et al. 2013)

Entre otros, Jweiles nombra también los siguientes materiales de envases:

- Vajilla desechable y comestible hecha a base de masa de galletas en base a harina agua y sal.
- Vajilla hecha de madera

- Vajilla de papel y cartón
- Vajilla ecológica hecha a base de agua y hojas de árboles.



**Figura 6: Envases biodegradables hechos a base de caña de azúcar y madera**

Vajilla hecha a base de hojas de árbol:

Según Ramirez (2013), los envases biodegradables son aquellos que están fabricados con materiales que se degradan en el medio ambiente. Al estar expuestos, éstos se desintegran de forma gradual, mediante la acción enzimática de microorganismos como bacterias, hongos y algas, transformándose en nutrientes, dióxido de carbono, agua y biomasa. Los materiales utilizados deben ser resistentes a la humedad y a la flexión mecánica (UNNOBA)

Castrillón (2009) describe que los materiales biodegradables se pueden clasificar en función de su mecanismo de degradación: Biodegradable es aquel capaz de descomponerse en dióxido de carbono, metano, agua, componentes inorgánicos o biomasa mediante acción enzimática de microorganismos; compostables son aquellos que pueden ser biodegradados y desintegrados en un sistema de compost durante un proceso de compostaje; fotobiodegradable son aquellos degradados en una etapa inicial por fotodegradación seguida de una biodegradación, y bioaereodegradable son aquellos que son capaces de ser degradados sin necesidad de acción de microorganismos, en un proceso de desintegración abiótica.

Los envases biodegradables de hojas de árboles permitirán a las personas que disfrutan de la naturaleza generar un menor impacto sobre el medio ambiente y el ecosistema; la fabricación de estos desechables es en base a la unión de hojas, las cuales serán prensadas usando un molde que le dará la forma al envase, obteniendo un recipiente similar a los hechos de otros materiales. Estos envases no utilizan aditivos sintéticos, colorantes artificiales ni pegamentos y no afectan a ningún tipo de árbol al momento de su elaboración (Fajardo, 2018).



**Figura 7: Platos ancestrales elaborados a base de hojas de árbol en Nepal**

#### **2.4.4 Regulación normativa de la Comisión Europea de materiales en contacto con alimentos.**

Los alimentos entran en contacto con diferentes tipos de materiales, debiendo ser lo suficientemente inertes para no generar efectos negativos a la salud; a fin de evitar esto, en muchos países han creado una legislación al respecto. La Unión Europea establece normas dirigidas a los operadores de empresas, indicando materiales específicos para cada una de las operaciones (Comisión Europea, 2015).

En ciertos países latinoamericanos existen distintas normas específicas para materiales y utensilios en contacto con alimentos; algo importante señalado en la norma N° 3537 (tabla 1) muestra los límites permisibles de plomo (Pb) y cadmio (Cd).

**Tabla 1: Límites permisibles en utensilios de vidrio para elementos de plomo (Pb) y cadmio (Cd)**

Tipo de Utensilio de vidrio	Liberación máxima de plomo mg/dm <sup>2</sup>	Liberación máxima de Cadmio mg/l
Utensilio Plano	1.7	0.17
Utensilio concavo pequeño	5	0.5
Utensilio concavo grande	2.5	0.25

Fuente: Superintendencia Industria y Comercio (2008)

Las normas técnicas peruanas inciden sobre envasado, etiquetado, etc., no habiendo normativa legal en aspectos sanitarios de alimentos.

#### **2.4.5 Ventajas de envases descartables hechos a base de hojas**

En los últimos 50 años el ser humano ha producido más basura que nunca, y esto se debe a que la sociedad empezó a producir muchos artículos que deben renovarse continuamente, lo cual ha favorecido la generación de una sociedad de lo descartable, llamada cultura de la caducidad (Matos, 2017).

Según Casey (1991), el objetivo principal es controlar la contaminación para dejar inalterables los ambientes naturales, por ejemplo, evitando que ingresen al agua elementos que alteran los ciclos biológicos naturales. Enfocándonos en las sustancias que consumen oxígeno (debido a la composición orgánica), existe una medida llamada Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) que mide las sustancias orgánicas existentes en el agua.

Al colocar en el mercado los platos de hojas de árbol, se busca elevar su consumo no obstante, de no existir algún plan de manejo serian perjudiciales para el medio ambiente.

Las desventajas de la vajilla convencional respecto a la vajilla descartable orgánica:

- Requiere mayor cuidado en su manipulación
- Se rompe con facilidad con los golpes o caídas
- El precio es mayor
- No tiene un aspecto informal

Para **Callister (1995)** la ingeniería de los materiales se basa en las relaciones propiedades-estructura y proyecta la estructura de un material para obtener un conjunto predeterminado de propiedades. Los materiales sólidos se clasifican en tres grupos: metales, cerámicos y polímeros; esta clasificación se basa en la composición química y en su estructura atómica.

Dentro de lo que son los materiales biodegradables se puede remarcar a los biopolímeros; estos representan un nuevo grupo de materiales dentro de la familia de los plásticos, que tienen nuevas propiedades, como ser biodegradables en determinados ambientes, en un tiempo determinado y proceden de materiales que provienen de fuentes renovables (Greenpeace, 2009).

Nepal como cultura y tradición ancestral utiliza las hojas de diferentes plantas en la elaboración de platos para el consumo de alimentos típicos y rituales ceremoniales llamados “tapari”, siendo biodegradables en solo unos días, menciona Villavicencio (2018).

## **2.5. Propiedades de los materiales de las vajillas**

Los envases desechables orgánicos son de gran utilidad cuando compramos alimentos; estos envases deben poseer ciertas características para que puedan ser eficientes y estables, siendo las más importantes resistencia y absorción de fluidos.

Los envases descartables en base a hojas de árbol poseen propiedades muy similares al papel, siendo de la misma naturaleza al estar compuestos de celulosa y hemicelulosa. Los avances industriales han realizado aislamientos, modificaciones y aplicaciones de la celulosa a manera de polímero, haciendo eficientes los materiales celulósicos (Casey, 1990).

### **a) Rigidez**

Aguilera (2015) determina que la función de los envases es proteger y conservar el alimento que está en él, añadiendo que los envases rígidos pueden conservar una forma definida, de modo que no sufre ningún daño el contenido; por otro lado, concluye que la manipulación se hace más fácil.

#### b) Absorción al agua

Inteco(2018) Es la capacidad de absorción de agua del papel, cartón o cartón corrugado, no es apropiado para papeles con gramaje menor a 50 g/m<sup>2</sup> ni para papeles porosos, es una propiedad importante que presentan los envases descartables para alimentos; porque si es muy alta, afectará directamente la vida útil del envase.

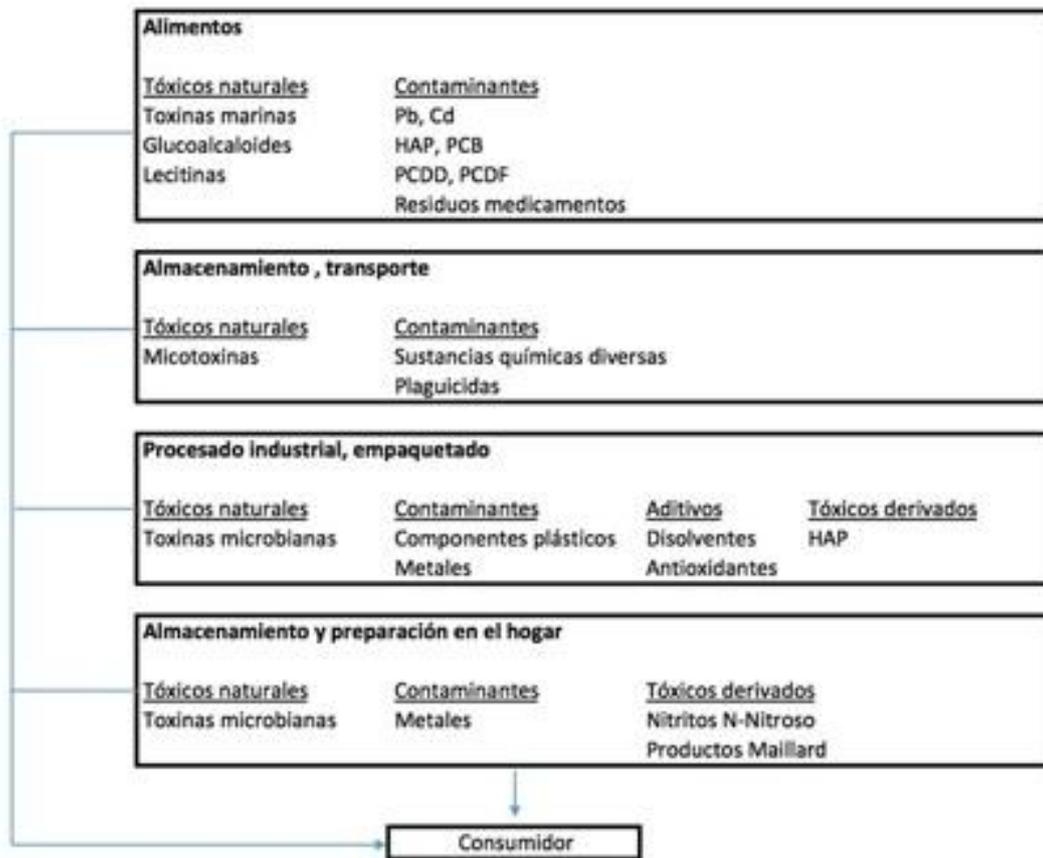
#### c) Resistencia a la grasa

Este concepto está relacionado con absorción, capacidad alcanzada cuando el grado de porosidad es alto, lo que representa un bajo nivel de unión de fibras (García *et al.*, 2007).

Del mismo modo, el tiempo que requiere una sustancia grasa para atravesar el papel indicará el grado de resistencia a la penetración de la grasa del material; si el nivel de resistencia a la grasa es muy bajo, tanto el producto alimenticio como el envase descartable se deterioran rápidamente, menciona el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (2009)

### **2.6. Toxicología**

Forsyth (1968) menciona que las plantas tóxicas son aquellas que originan alteraciones del estado de salud de los animales que consumen pequeñas cantidades de sus semillas, raíces u órganos aéreos. Muchas plantas alimenticias pueden ser letales en ciertos momentos de su crecimiento o preparación. Por ejemplo, la papa al ser expuesta durante un tiempo prolongado a la luz, adquiere un color verdoso debido a un glicocaloide llamado “solanina”; los tubérculos con alta concentración de solanina son amargos y pueden ser dañinos si se comen en grandes cantidades.



**Figura 8: Fuentes de tóxicos potenciales presentes en alimentos**

Fuente: Camean, 2006.

El empaquetado o envasado puede contaminar al alimento a través de toxinas naturales, metales, aditivos ó tóxicos derivados (ver figura 8).

Dentro de los efectos tóxicos de los empaques, Calvo (2012) señala que “migración” consiste en la cesión de determinadas sustancias al alimento por parte del material que lo contiene, por el contacto de distintos materiales con los alimentos. La migración depende de los siguientes factores: concentración de residuos o contaminantes en el material de envase, el grosor del envase, la naturaleza del alimento en contacto con el envase, solubilidad del fluido en el alimento y la temperatura que se produce al contacto.

La norma oficial mexicana NOM 130-SSA-1 regula la cantidad máxima de contaminantes, como metales pesados y metaloides; define estos contaminantes como elementos químicos que causan efectos indeseables aun en cantidades bajas. Su toxicidad depende de la dosis que se ingiera y su acumulación en el organismo.

Permite los siguiente limites mg/kg:

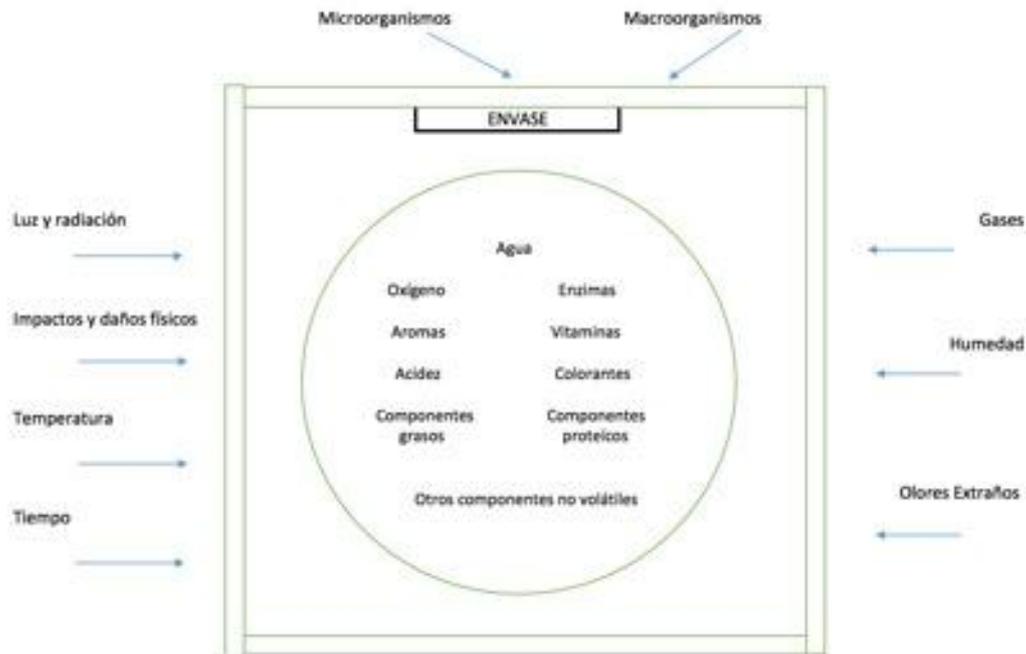
- Plomo 0,3
- Arsénico 0,2
- Cadmo 0,1
- Estaño 250
- Cobre 5
- Cinc 5
- Hierro 15

Algunos efectos que provoca el plomo son anemia, dolor de cabeza, pérdida de peso y de memoria; el cadmio es hepatotóxico y neurotóxico, ocasiona anemia y pérdida de cabello y el apetito; el cobre ocasiona diarrea, necrosis hepática, oliguria, náuseas y vómitos; finalmente, el zinc provoca irritabilidad, dolor y rigidez muscular, daño renal y vómitos.

Los tóxicos en el organismo pueden entrar a través de la respiración, boca o piel. Los químicos deglutidos, dependiendo de la sustancia pueden absorberse con rapidez o lentitud; los químicos que se absorben pasan a través del hígado y las sustancias tóxicas que lo lesionan son las más peligrosas. Las grandes cantidades de químicos que sobrepasan la capacidad del hígado son enviadas hacia el torrente circulatorio, distribuyéndose con toda su potencia por todo el cuerpo antes de que dicho órgano tenga la posibilidad de hacerlos inofensivos, menciona Harte *et al.* (1991)

## **2.7 Migración**

Catala *et al.* (2002) la define como la transferencia de masa de una fuente externa al producto envasado por un proceso submicroscópico. Son las interacciones del sistema alimento/envase /entorno (Ver Figura 9).



**Figura 9: Sistema Alimento/envase/entorno**

Fuente: Catalá (2002)

Son consecuencia de mecanismos de transferencia de masa que se manifiesta como permeabilidad o paso de gases a través del material polimérico. Los polímeros base de los materiales plásticos son moléculas de elevado peso molecular, generalmente inerte y de solubilidad limitada, tanto en sustancias de naturaleza lipófila como hidrófila, cuya transferencia del envase al alimento está limitada. Básicamente migran los residuos monómeros oligómeros y coadyuvantes de la polimerización, aditivos o sustancias adicionales, compuestos presentes en la descomposición, degradación o bien reacciones colaterales, sustancias adyacentes al material, tales como adhesivos en películas laminadas y barnices.

## 2.8 Marcha Fitoquímica

Lock (1988) describe la marcha fitoquímica como uno de los métodos desarrollados para la detección preliminar de los constituyentes químicos en las plantas, basados en la extracción de solventes apropiados en la aplicación de pruebas de coloración. En general, el análisis fitoquímico comprende cuatro etapas:

- Recolección,
- Extracción, separación y purificación de constituyentes químicos
- Determinación estructural

- Ensayos farmacológicos

Dentro de los metabolitos identificables, se presenta: alcaloides, compuestos grasos, azúcares reductores, saponinas, anillos aromáticos, núcleos esteroidales triterpénicos, proteínas, fenoles, flavonoides, grupos funcionales, quinonas, cumarinas etc.

Azúcares Reductores, son azúcares simples que no pueden ser hidrolizados a moléculas más pequeñas, tienen la capacidad de reducir a otros compuestos por la actividad de doble enlace del oxígeno (Unam, 2018)

Saponinas : El contenido de saponinas presentes en muchas plantas es nocivo para la salud; según la OMS (Organización Mundial para la Salud, 2017). Las plantas con saponinas son irritantes sobre el tubo digestivo (Berdonces, 1994). y destruir los hematíes por hemólisis.

Anillos aromáticos : Son un amplio grupo de compuestos orgánicos y son las unidades que conforman los hidrocarburos aromáticos policíclicos (Elika 2018)

Fenoles es la molécula básica, se compone de un anillo aromático (fenil) unido a un grupo hidroxilo (OH). La presencia del anillo aromático hace que los ácidos débiles, generando un efecto inductivo en el hidrógeno del grupo hidroxilo. El anillo aromático juega un papel importante en las propiedades antioxidantes (Peñarrieta, 2014)

Grupos Funcionales Es un grupo de átomos responsable del comportamiento químico de la molécula que lo contiene (Universidad Autónoma Metropolitana, 2018)

Proteínas son moléculas de gran tamaño formadas por largas cadenas lineales de sus elementos constitutivos propios: los aminoácidos. Existen unos veinte aminoácidos distintos, que pueden combinarse en cualquier orden y repetirse de cualquier manera. Una proteína media está formada por unos cien o doscientos aminoácidos alineados (UNED, 2018)

Triterpenos y esteroides: Compuestos de C<sub>30</sub> triterpenos o C<sub>27</sub> esteroides •Solubles en solventes poco polares •Los compuestos puros de este grupo no se los encuentra como materia prima de especialidades medicinales. •Los complejos lipoesteroidales o los fitoesteroles (mezcla de esteroides vegetales) actualmente han tomado relevancia. •Solubles

en solventes poco polares •Los compuestos puros de este grupo no se los encuentra como materia prima de especialidades medicinales. •Los complejos lipoesteroidales o los fitoesteroles (mezcla de esteroides vegetales) actualmente han tomado relevancia. Debenedetti *et al.* (2014)

## **2.9 Metales Pesados**

Según Erostequi (2009), los metales pesados son sustancias propias de la naturaleza de peso molecular alto, muy difundidos y, en muchos casos, muy útiles; cada metal y cada elemento químico contaminante tiene un mecanismo de acción y un lugar de acumulación específico. Los efectos respecto al medio ambiente son graves, dependiendo mucho de la concentración.

Se consideran dos grupos de metales pesados, los denominados oligoelementos, y que sirven como micronutrientes, son requeridos en pequeñas cantidades y son necesarios para que los organismos completen su ciclo vital; en este grupo están: B, Co, Cr, Mo, Mn, Ni, Fe, Se y Zn.

También hay metales pesados sin función biológica conocida, cuya presencia en determinadas cantidades en seres vivos lleva a disfunciones en sus organismos, elementos tales como el Cd, Hg, Pb, Sb, Bi y Sn, indica Prieto *et al.* (2009).

### **2.9.1 El plomo**

Tiene múltiples efectos hematológicos induciendo anemia, glóbulos rojos microcíticos e hipocrómicos, deficiencia de hierro e inusual incremento en el número de reticulocitos; la anemia resulta de dos defectos básicos: disminución del tiempo de vida del eritrocito y daño en la síntesis del grupo hemo, menciona Papanikolaou *et al.* (2015).

No existe un nivel de concentración de plomo en sangre que pueda considerarse exento de riesgo. Sí se ha confirmado, en cambio, que cuanto mayor es el nivel de exposición a este metal, más aumentan la diversidad y la gravedad de los síntomas y efectos a él asociados (OMS, 2018).

### **2.9.2 El cadmio**

En humanos y otros mamíferos la absorción del cadmio se lleva a cabo a través de un proceso similar al de la absorción de metales esenciales como el hierro y zinc; esta absorción es

potenciada cuando existen deficiencias de calcio y hierro en la dieta o dietas bajas en proteínas, el cadmio es transportado por la sangre y distribuido inicialmente al hígado y al riñón y tiene una vida media de 17 a 30 años en humanos menciona Clarskson (2001); el Cadmio no es un elemento que las plantas fijen con frecuencia, no obstante, tras posibles moléculas responsables de la quelación del cadmio son pequeñas proteínas ricas en cisteína denominadas metalotioneínas (MTs), de esta forma, los complejos Cd-ligando pueden ser transportados al interior de la vacuola o a otras células (Shah y Nongkynrh, 2007)

### **2.9.3 El cobre**

La exposición aguda por ingestión de sulfato de cobre puede producir necrosis hepática y muerte y la exposición crónica de alimentos conservados en recipientes de cobre genera lesión hepática en niños señala Ramakritinan et al., (2012).

Tras la absorción, por vía gastrointestinal, de cantidades pequeñas pero repetidas pueden presentarse náuseas, salivación, dolor epigástrico, diarreas, vértigo, debilidad e ictericia (6). Así, se han observado vómitos y diarreas por consumo de té con 25 ppm., señala Menéndez (1987). Se han descrito también erupciones cutáneas por ingestión de agua con 7,6 ppm. de este metal menciona Roberts (1981)

### **2.9.4 El cromo**

Las plantas han desarrollado mecanismos altamente específicos para absorber, traslocar y acumular nutrientes (Lasat, 2000). Hay evidencia que los cromatos y dicromatos son tóxicos en las plantas y son absorbidos por raíces y superficie foliar a partir del medio ambiente (Guarin, 2012)

### **2.9.5 El zinc**

Es un micronutriente esencial y por lo general se le considera como uno de los elementos menos peligrosos menciona Roberts (1981), sin embargo, las fuentes alimentarias que suministran zinc son principalmente las ostras, hígado de animales, levadura de cerveza, carnes y legumbres añade García (1991).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Área de estudio**

##### **3.1.1. Ubicación geográfica**

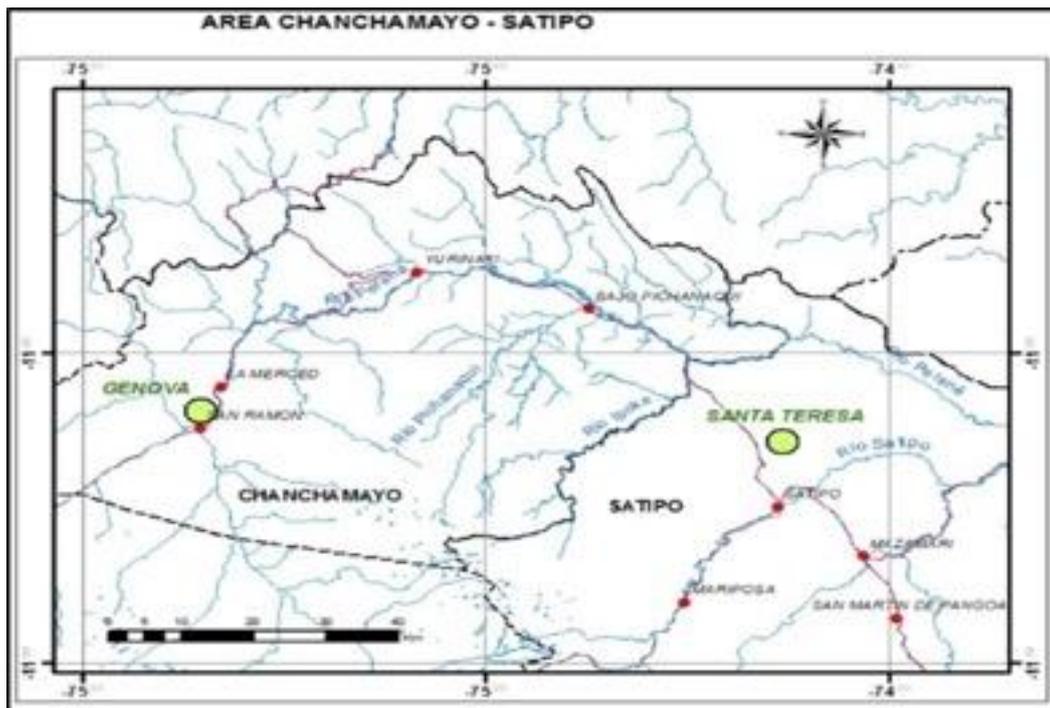
La zona de elaboración del producto fue la ciudad de Lima, ubicada en el sur del continente americano de la costa del océano Pacífico, teniendo una superficie de 34 801,58 km<sup>2</sup>.

##### **3.1.2. Lugar de colecta**

La zona de recolección de las hojas de árbol de teca, zapote, así como de material leñoso de “pino chuncho” (*Schizolobium amazonicum*), se encuentra políticamente ubicado en el departamento de Junín, provincia de Chanchamayo, distrito de san Ramón, Sector Quebrada Santa Rosa, Fundo La Génova, perteneciente al Instituto Regional de Desarrollo de la Universidad Nacional Agraria La Molina (coordenadas -11.098878 ; -75.343794); con una extensión de 577 ha, entre los 1000 y 2300 msnm, en su mayoría son bosques relictos que se encuentran casi intactos (Buttgenbach *et al.* 2012).

##### **3.1.3. Vía de acceso**

El acceso desde Lima se hace recorriendo 303 km por la carretera central, llegando a La Merced; para ingresar al fundo La Génova, se llega en 30 minutos, recorriendo una distancia aproximada de 4 km en moto taxi desde La Merced, ingresando por el puente Herrería, atravesando por el fundo La Francia, se debe cruzar la quebrada Génova para llegar hasta la casa del fundo, como se aprecia en la figura 10.



**Figura 10: Mapa ubicación del fundo La Génova. Fuente: Arellano et al., (2016).**

#### **3.1.4. Clima**

La temperatura media anual de la zona es de 23,1 °C, la temperatura máxima promedio entre los meses de octubre y noviembre es de 30,1 °C y la mínima correspondiente al mes de Julio es de 16,7 °C

Presenta una alta precipitación, total anual promedio de 1970 a 2104 mm, tiene una temporada de baja precipitación entre Junio y Agosto y otra de abundante precipitación entre Diciembre y Mayo.

#### **3.1.5. Lugar de ensayos**

Los ensayos fueron realizados en el Laboratorio de pulpa y papel de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

El secado de hojas, elaboración de pulpa mecánica y los ensayos físicos, mecánicos y químicos, fueron realizados en el laboratorio de pulpa y papel, Departamento Académico de Industrias Forestales, laboratorio de suelos, laboratorio de calidad total y laboratorio de análisis físico-químico de alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, respectivamente.

### **3.2. Muestras utilizadas**

#### ***A) Ubicación de los árboles***

Se realizó una selección aleatoria de los árboles de teca (hojas) ubicados dentro de una plantación forestal de aproximadamente 3545 individuos distribuidos en 5,87 has; los árboles de pino chuncho (cartón) se obtuvieron del medio natural, y los árboles de la especie zapote se localizaron en el interior de las instalaciones de la unidad de investigación.

#### ***B) Selección de muestras***

Se consideró una muestra de 120 hojas para la especie *Tectona grandis* “teca”, 60 hojas para la especie *Matisia cordata* “zapote” y 2 kg de muestras leñosas de la especie *Schizolobium amazonicum* “pino chuncho” para la elaboración de cartón (material de relleno).

### **3.3. Materiales y Reactivos**

#### **3.3.1. Materiales para la colección de muestras y toma de datos campo**

- GPS
- Tijera telescópica
- Bolsas negras
- Lapicero
- Cinta de embalaje
- Cajas de cartón
- Rótulos
- Vernier

#### **3.3.2. Material para el prensado y secado de las muestras**

- Prensa para muestras botánicas
- Sogas
- Cámara fotográfica
- Cartones
- Periódicos
- Estufa u horno de secado
- Tijera de podar
- Regla
- Balanza electrónica de precisión (+/- 0.01g)

### **3.3.3. Fase de elaboración de pulpa mecánica**

- Baldes
- Soda
- Agua
- Tijeras
- Desfibrador
- Probeta de medida (1000 ml)
- Moldeadora
- Papel bulky para secarlos
- Estufa

### **3.3.4. Fase de laboratorio de propiedades físicas - mecánicas**

- Balanza electrónica de precisión (+/- 0.001 g)
- Servilletero, sujetador de hojas
- Micrómetro
- Equipo de Cobb
- Colorímetro Lovibond LC 100 Colour Measurement
- Laptop
- calculadora
- Lupa 10x
- Regla
- Guillotina
- Tijeras
- Agua destilada
- Cutter
- Aceite mineral SAE 50
- Rodillo
- Soporte universal
- Papel milimetrado
- Transportador
- Pesas de laboratorio calibradas

### 3.3.5. Propiedades físico - químicas

- Muestreador de pico.
- Pala
- Etiquetas.
- Bolsas de plástico
- Balanza
- Material: balanza de humedad
- Espátula de acero inoxidable
- Cajas de aluminio para humedad
- Estufa de aire forzado con rango de 0 a 200 °C
- Pinzas para crisol, desecador Balanza analítica
- Aparato extractor tipo Goldsfich
- Vasos de extracción G. (peso constante)
- Dedales de extracción de celulosa.
- TFE2000 equipo determinador de extracto etéreo.
- Éter de petróleo
- Aparato de digestión ANKOM 200 fiber analizar.
- Filtración Ankom technology F57 Filter bags (bolsas de filtración)
- Selladora de bolsas (ankom technology 1915/1920).
- Desecador
- Reactivos
- Solución de ácido sulfúrico .255 N Valorada.
- Solución de hidróxido de sodio .313 N Valorada.
- Solución indicadora de fenolftaleína
- Solución indicadora de naranja de metilo
- MacroKjeldahl
- Aparato de digestión y destilación MacroKjeldahl.
- 2 matraces Kjeldahl de 800 ml
- 2 matraces Erlenmeyer de 500 mL.
- 2 buretas de 50 mL
- Crisoles de porcelana (peso constante). Mufla.
- Pinzas cortas y largas.

- Desecador
- Balanza analítica. Muestra.
- Extractor Soxhlet BÜCHI B-810.
- Bomba de vacío.
- Cabina extractora de vapores orgánicos
- Balanza analítica de cuatro cifras decimales
- Horno de secado
- Rotavapor (para la recuperación del solvente)
- Desecador grande
- Ácido clorhídrico
- Hexano
- Aceite vegetal
- Embudo Buchner, de 12 cm de diámetro.
- Dedal de extracción de vidrio.
- Papel de filtro, de 11 cm de diámetro cuantitativo (Whatman No 40 o equivalente)
- Discos de muselina.
- Pinzas metálicas.
- Frasco lavador.
- Vaso de precipitado de 50 mL
- Varilla de vidrio
- Balanza analítica con platillo
- Molino
- Bastidores de 40 y 60
- Etanol de 50 °
- Estufa
- Agitador eléctrico
- Vasos de pírrex (100 ml)
- Tubos de ensayo
- Porta tubo de ensayo

- Etiquetas, lapiceros
- Vaso pírrex de 500 ml
- Papel toalla
- Guantes
- Matraces
- Papel platino
- Agua destilada
- Cuaderno de apuntes
- Cámara fotográfica
- Papel filtro
- Embudo de vidrio
- Probeta
- Gotero
- Pipeta
- Ácido nítrico
- Ácido sulfúrico
- Ácido clorhídrico
- Formol
- Ácido acético glacial
- Dicromato de potasio
- Cloroformo
- Benceno
- Tricloruro de fierro
- Metanol
- Vainillina
- Anhídrido acético
- Acido pícrico
- Agua destilada
- Ioduro de potasio
- Cristales
- Anhídrido acético acido perclórico
- Nitrato de Bismuto
- Reactivo de Mayer

- Reactivo de sudan III
- Reactivo de Fehling Ay B
- Gelatina salada
- Cinta de Magnesio
- Alcohol Amílico
- Permanganato de Potasio
- Hidróxido de Sodio
- Reactivo de Millions
- Tricloruro de Antimonio
- Acido Perclórico
- Carbonato de Sodio
- Frascos con gotero

### 3.3.6. Equipo para procesamiento de datos

- Laptop

### 3.4. Análisis Realizados

#### a) *Espesor*

Se utilizó con modificaciones de la norma **TAPPI T411 om-84**, variando las dimensiones de las hojas, haciendo uso del micrómetro (ver figura 11) y ensayos según la norma.



**Figura 11: Micrómetro (instrumento para medir espesor de láminas)**

**b) Densidad**

Se calculó en base a la **Norma TAPPI T 254- om-94**

**c) Gramaje**

Las repeticiones para el ensayo de gramaje se realizaron según la **Norma TAPPI 410**.

**d) Absorción de agua**

Se realizaron 15 repeticiones para cada especie, siguiendo los lineamientos de la **Norma TAPPI T 441-om-84**, haciendo uso del equipo COBB (ver figura 12).



**Figura 12: Equipo de control de absorción de agua COBB**

**e) Resistencia a la grasa**

Se hizo modificaciones en la **Norma Canadiense Standard F.5H**, los ensayos se realizaron en el Laboratorio de pulpa y papel.

**f) Color**

Se utilizó el equipo colorímetro Lovibond LC 100 Colour Measurement para mayor precisión en el ensayo de coloración en hojas de árbol secas y para cartón.

**Determinación de propiedades mecánicas**

**a) Rigidez**

Se utilizó el ensayo de rigidez para ser ensayado sobre las hojas de árbol, según **Norma TAPPI T 451 om-84**, a la cual se determinó **una** modificación, se utilizó un soporte que

sujetó la muestra para medir el peso que soportaba la muestra hasta llegar a los 15 grados de flexión.

Análisis de propiedades físico químicas

*a) Análisis bromatológico*

Se procedió según las normas técnicas siguientes:

- **AOAC 930.05 : Ensayo de cenizas en plantas**
- **AOAC 930.04: Ensayo de humedad en plantas**
- **AOAC 978.04 : Ensayo de proteína cruda en plantas**
- **AOAC 930.09: Ensayo de Extracto de éter de plantas. Método gravimétrico**
- **MS-INN (Collazos, 1993). Ensayos de energía total, carbohidratos y grasas**
- **Métodos oficiales de los alimentos, Madrid (19949. Aspectos nutricionales, tecnológicos, legislativos, sanitarios y analíticos de los alimentos**

*b) Determinación de contenido de grasa*

Se procedió de acuerdo al método internacional de análisis **AOAC 948.16** para determinación de grasa bruta.

*c) Marcha fitoquímica*

Constituido por una extracción, separación y purificación de constituyentes químicos, además de su determinación estructural y ensayos biológicos.

Se preparó un extracto alcohólico con etanol de 50 ° a partir de hojas de teca y zapote, previamente pesadas y molidas, posteriormente, fue tamizado (tamices número 40 y 60), luego se dejó macerar por 48 horas. Seguidamente, obtuvo los otros tipos de extractos, siendo acuoso, bencénico y clorofórmico, se siguieron procedimientos fitoquímicos pertinentes para realizar la identificación de extractivos (ver figura 13 y 14).

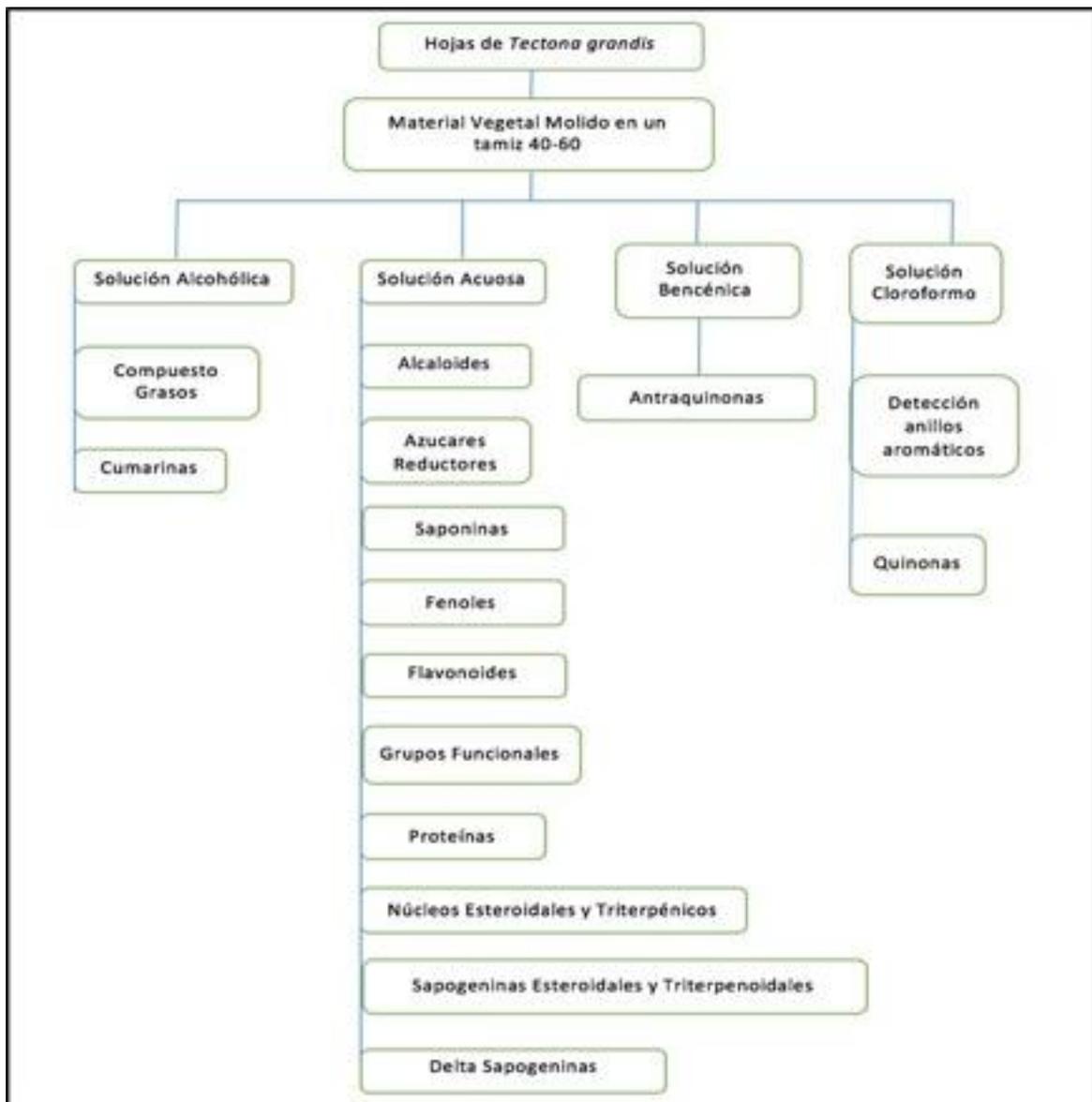
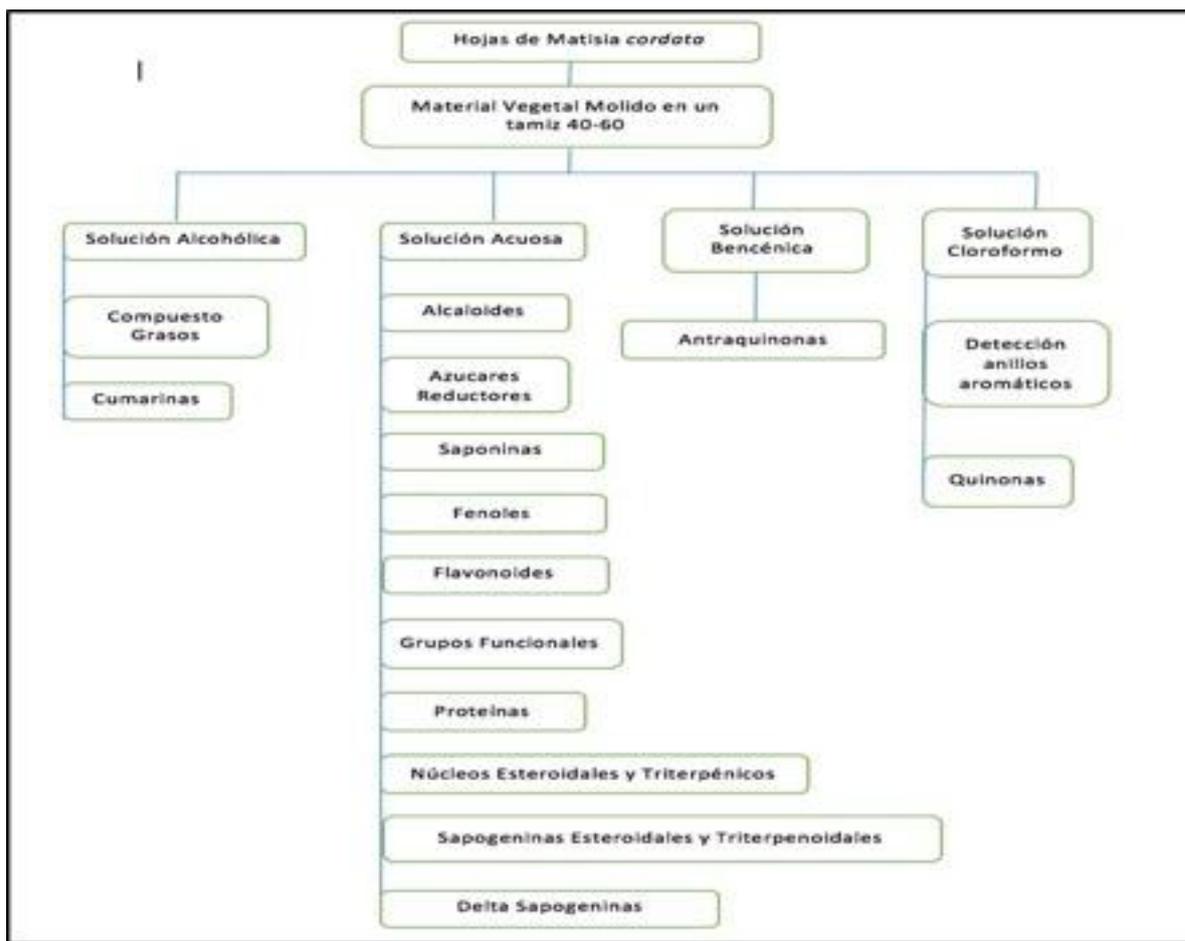


Figura 13: Marcha fitoquímica de *Tectona grandis* (Guzmán, 2017).



**Figura 14: Marcha fitoquímica de Matisia cordata (Guzmán, 2017).**

#### *d) Determinación de metales pesados*

Se procedió de acuerdo a la **norma técnica AOAC 975.03** a través del espectrofotómetro de absorción atómica y también se utilizó el manual de Perkin – Elmer del espectrofotómetro de absorción atómica. Luego de optimizada la radiación, se enciende la flama y se busca obtener la atomización más efectiva; y en ese momento se miden las absorbancias de todos los patrones y la dilución de la muestra (Universidad Central de Venezuela, 2003).

#### **3.4.1 Muestra Patrón**

Durante los ensayos realizados se consideró incluir una muestra patrón, se procedió a realizar ensayos a las estructuras de los platos biodegradables elaborados por la empresa alemana Leaf Republic, que se componen de dos capas de hojas de árbol y entre ellas, una de papel para impermeabilizar, todo el conjunto es prensado para darle la forma y estabilidad de un plato, no contienen aditivos sintéticos, sin colorantes, sin cola y biodegradable en 28 días,

sus hojas provienen de una enredadera tropical que crece en Asia, que se hautilizado durante siglos para producir platos.

### 3.5. Diseño Estadístico

La evaluación consistió en comparar en promedio las variables dependientes de cada una de las especies en estudio y sus interacciones entre ellas, como se observa en la tabla 2 y 3.

**Tabla 2: Diseño estadístico de la evaluación de hojas de teca y zapote realizada.**

Especies	Variables independientes	VARIABLES DEPENDIENTES						
		Espesor	Gramaje	Color	Absorción de agua	Absorción de grasas	Flexión	Rigidez
TECA	HOJA SOLA	1	1	1	1	1	1	1
		2	2	2	2	2	2	2
		3	3	3	3	3	3	3
		4	4	4	4	4	4	4
		5	5	5	5	5	5	5
	PLATO	1	1	1	1	1	1	1
		2	2	2	2	2	2	2
		3	3	3	3	3	3	3
		4	4	4	4	4	4	4
		5	5	5	5	5	5	5
ZAPOTE	HOJA SOLA	1	1	1	1	1	1	1
		2	2	2	2	2	2	2
		3	3	3	3	3	3	3
		4	4	4	4	4	4	4
		5	5	5	5	5	5	5
	PLATO	1	1	1	1	1	1	1
		2	2	2	2	2	2	2
		3	3	3	3	3	3	3
		4	4	4	4	4	4	4
		5	5	5	5	5	5	5

**Tabla 3: Diseño estadístico de la evaluación de cartón de pino chuncho realizada.**

Variables independientes	VARIABLES DEPENDIENTES			
	Espesor	Gramaje	Color	Rigidez
Cartón Pino Chuncho	1	1	1	1
	2	2	2	2
	3	3	3	3
	4	4	4	4
	5	5	5	5

En el diseño estadístico, por cada ensayo, se compararon los promedios obtenidos al emplear teca, zapote y la especie empleada como patrón. Para realizar la comparación se empleó un ANOVA o una prueba de t de Student (dependiendo del número de especies a comparar), cuando los supuestos de normalidad del error y homocedasticidad se cumplieron. En caso de incumplimiento de supuestos, se utilizaron pruebas no paramétricas, como Kruskal Wallis y Mann Whitney (dependiendo del número de especies a comparar). Cuando hubo significancia en la diferencia de medias, se empleó la prueba de Tukey, con un nivel de corrección de Bonferroni, cuando no se cumplieron los supuestos. Para el análisis de supuestos se empleó la prueba de Shapiro Wilks (estadístico = W) y para la prueba de homogeneidad de varianza, la prueba de varianza constante (estadístico = chi cuadrado).

Para realizar la comparación de resultados de los ensayos practicados se empleó un análisis de variancia. Los supuestos de normalidad del error y homogeneidad de varianza se cumplieron; cuando hubo significancia, se aplicó la prueba de Fisher.

Para la prueba de Normalidad se estableció la prueba de Shapirowilk en el análisis de supuestos. En Anexo 5 se observa en “p-valor” si la significancia es mayor a alfa (0,05) se acepta y si es menor, se rechaza; la hipótesis es que exista igualdad de medias.

Este método define el siguiente Modelo Aditivo Lineal:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$ : Variable dependiente, obtenido con el i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

$\mu$ : Media común

$T_i$ : Efecto del i-ésimo tratamiento

$E_{ij}$ : Error no experimental

En la tabla 4 se observa el resumen de procedimiento de comparación de medias de las especies estudiadas junto al plato tomado como patrón.

**Tabla 4: Resumen del procedimiento de comparación de medias**

<i>Prueba</i>	<i>Supuestos</i>				<i>Comparación de medias</i>		
	<i>Normalidad del error</i>		<i>Homocedasticidad</i>		<i>Estadístico</i>	<i>Valor</i>	<i>p-valor</i>
	<i>W</i>	<i>p-valor</i>	<i>Chi-cuadrado</i>	<i>p-valor</i>			
Gramaje en platos							
Espesor de platos							
Absorción de agua							
Gramaje cartón							
Espesor cartón							
Espesor de hojas							
Gramaje de hojas							
Rigidez							
Resistencia a grasa							

### 3.6. Metodología Experimental

#### 3.6.1. Secuencia metodológica

La secuencia metodológica para aplicar la productividad, ensayos físico mecánicos y químicos a los elementos que constituyen la estructura de los envases descartables para alimentos hechos a base de hojas de árbol es la siguiente:

Se requiere la preparación de los insumos que permitirán elaborar la estructura del envase descartable para alimentos. Para ello se necesita tener las hojas de árbol debidamente sanitizadas y secas (al 10 a 12 por ciento de humedad) y el cartón de pulpa mecánica de la especie *Schizolobium amazonicum* “pino chuncho”, empleado como “alma” (relleno) del envase elaborado, es el soporte del envase, otorgando resistencia a la flexión. Se calculó la productividad en base a la cantidad de hojas que tiene el árbol en promedio y se determina un porcentaje aprovechable para poder saber cuantos envases podrían salir por árbol en cada cosecha. Una vez obtenidos los insumos de la estructura de los envases desechables, se procedió a ensayar los análisis de propiedades físico-mecánicas y físico-químicas de los elementos. (ver figura 16).

La estructura de envase descartable de hoja de arbol, está compuesta por una hoja acondicionada cuadrada en las dimensiones de 15 x 16 cm, debajo de la hoja se coloca un cartón elaborado de pulpa mecánica y finalmente en la parte inferior del cartón se coloca otra hoja de arbol acondicionada, de tal manera que el cartón quede en la parte central de ambas hojas (ver figura 15).



**Figura 15: Estructura de envase descartable a base de hojas de árbol**

## Secuencia Metodológica de elaboración de envases descartables

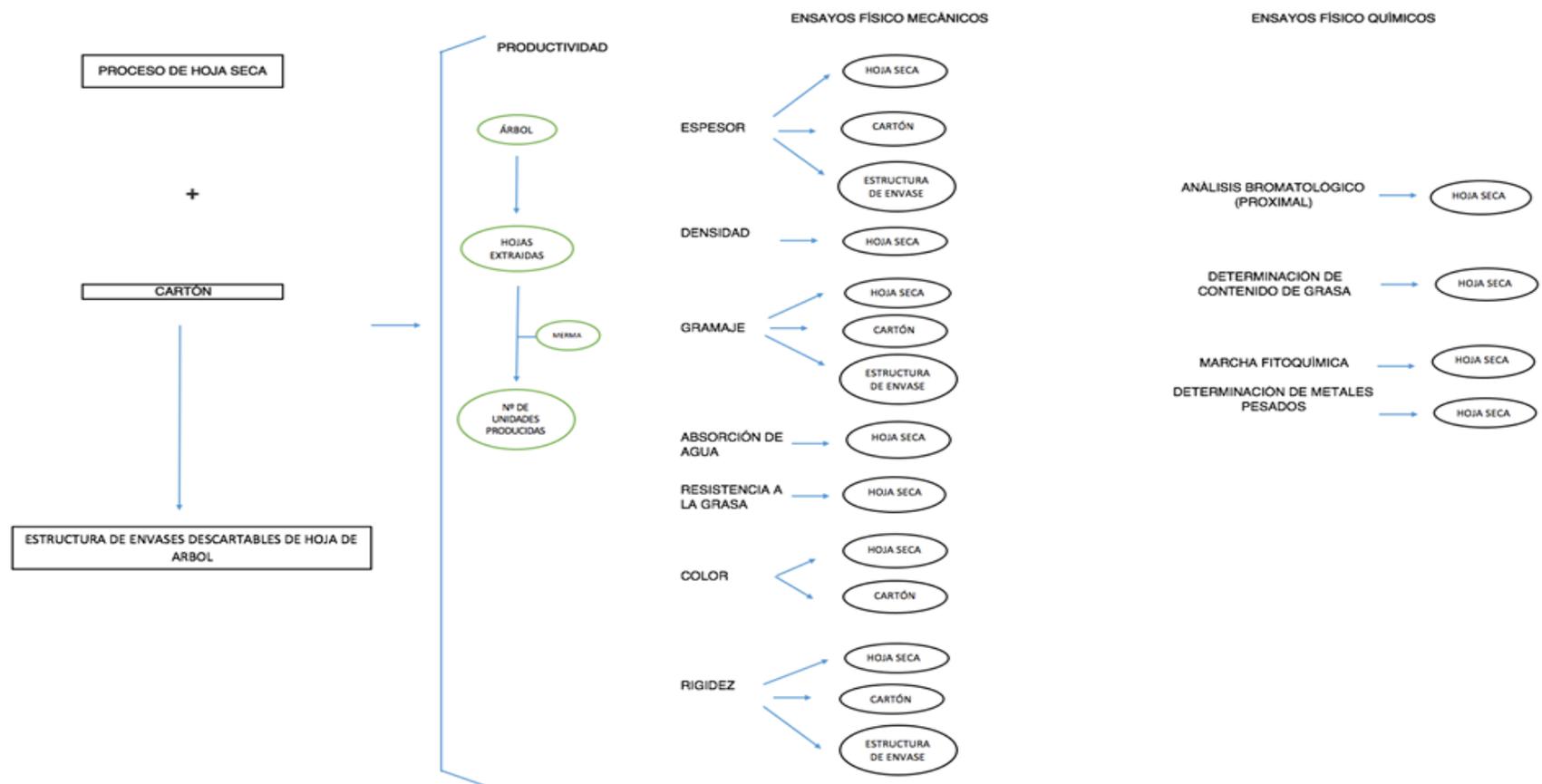


Figura 16: Secuencia Metodológica de elaboración de envases descartables

### **3.6.2. Obtención de hoja seca**

#### **3.6.2.1. Recolección de muestra**

Se seleccionaron las hojas que reunían las mejores condiciones para su colecta; dentro de las variables cualitativas se consideraron que sean enteras, jóvenes y de dimensiones lo más homogéneas posible (ver figura 17 y 18), para todas las especies en estudio. Para cortarlas se necesitó una tijera telescópica, finalmente se colectaron las ramas leñosas de “pino chuncho” de aproximadamente 2 cm de diámetro. Las muestras colectadas se colocaron en bolsas rotuladas dentro de cajas de cartón, para ser enviadas posteriormente a la ciudad de Lima. En el Anexo 3 se presentan las coordenadas de los árboles de pino chuncho colectados en campo.



**Figura 17: Árbol de teca muestreado en el fundo La Génova, Chanchamayo**



**Figura 18: Árbol de zapote muestreado en el fundo La Génova, Chanchamayo**

En la Anexos 1 y 2 se presentan las coordenadas de los árboles colectados en campo, de zapote y teca, respectivamente.

#### **3.6.2.2. Transporte de muestra**

Las muestras fueron debidamente acondicionadas para embalarlas (conservando el contenido de humedad), enviándolas a la ciudad de Lima.

#### **3.6.2.2. Selección y preparación de hojas**

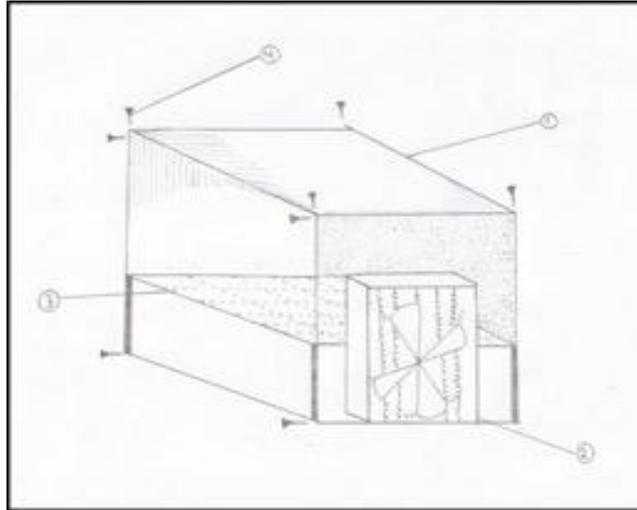
Aquellas muestras que cumplieron con las características requeridas fueron sometidas a un lavado superficial de la lámina foliar, haciendo necesario el uso de un paño húmedo; luego de ello se desprendieron las ramas y peciolas, dejando exclusivamente las hojas.

#### **3.6.2.3. Prensado**

Luego de la etapa de lavado de hojas, las muestras se dimensionaron a la medida de la prensa en que fueron colocadas, previamente se puso entre cada una de las hojas un cartón corrugado, generando homogeneidad en el proceso de prensado de las muestras.

#### **3.6.2.4. Secado**

Los ensayos fueron sometidos a diferentes temperaturas, seleccionando de esta manera la que acondicione mejor a las hojas. La primera muestra fue sometida a 35 °C por 72 horas consecutivos; la segunda muestra también se sometió a 43 °C y por 72 horas; y una tercera muestra se sometió en un ambiente cerrado a 75 °C, no reaccionando favorablemente, pues muchas hojas se volvieron crocantes, tornándose blanquecinas (presencia de manchas) algunas debido al exceso de calor. Finalmente, se acondicionó un horno (ver figura 19) con una temperatura moderada de 30 °C por 12 horas, obteniendo una muestra con un secado homogéneo, llegando a una humedad de 10 a 12 por ciento; ya secas las hojas se dimensionaron las probetas para ensayos posteriores.



**Figura 19: Bosquejo de secador empleado para las muestras: (1)Urna; (2) Resistencia eléctrica y ventila; (3) Rendija para muestras botánicas; (4) Elementos de sujeción**

### **3.6.3. Elaboración de base rígida: cartón**

Se elaboró a partir del material leñoso de los individuos colectados en campo pertenecientes a la especie “pino chuncho”; esta especie fue elegida debido a que es encontrada en abundancia y próxima a los individuos de teca y zapote utilizados, el proceso se encuentra descrito en el anexo 4.

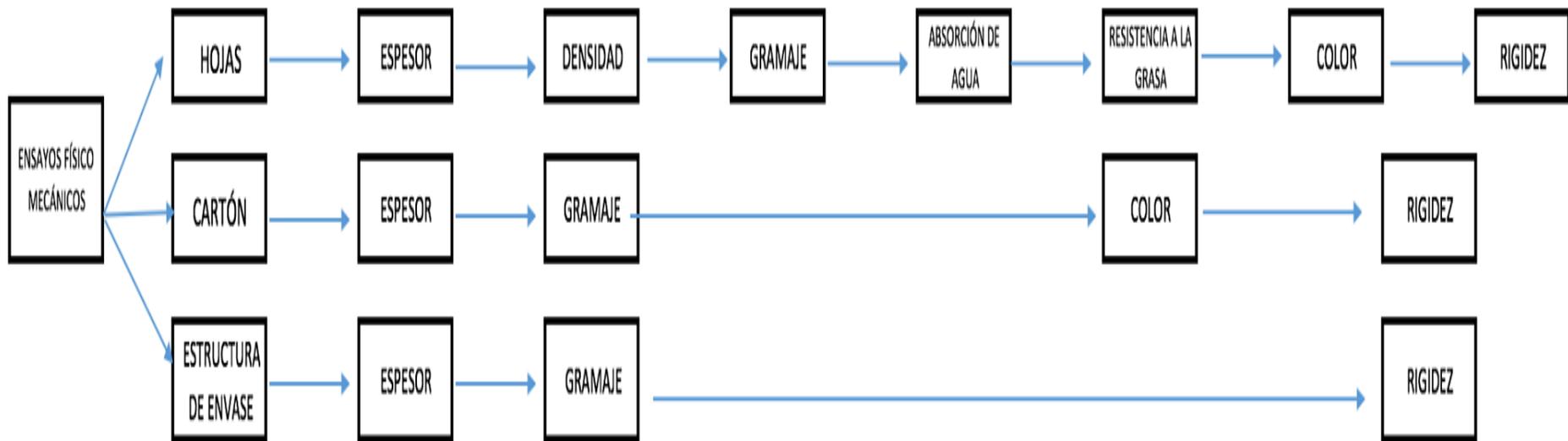
### **3.6.4. Productividad de hojas**

Se tomaron como patrones cuantitativos el diámetro y altura de los arboles de teca y zapote en el lugar de colección, determinando el rendimiento de hojas por árbol para cada especie y la extracción anual de cada árbol, tomando en cuenta las mermas ocasionadas por defectos que puedan tener las hojas; finalmente, se determinó cuántos platos se podría obtener anualmente por cada árbol.

### **3.6.5 Análisis de las propiedades físico-mecánicas**

#### **Secuencia Metodológica en Ensayos Físico - Mecánicos**

En la Figura 20, para el caso de las hojas se procedió a realizar los ensayos físico – mecánicos correspondientes a espesor, densidad, gramaje, absorción de agua, resistencia a la grasa y color, para el caso del cartón se realizaron los ensayos de espesor, gramaje, color y rigidez. Finalmente para la estructura del plato se realizaron los ensayos de espesor, gramaje y rigidez.



**Figura 20: Diagrama de realización de Ensayos Físicos – Mecánicos de las hojas de teca y zapote**

### **3.6.5.1. Determinación de propiedades físicas**

Se realizaron las pruebas mencionadas en el punto 3.4

### **3.6.5.1. Determinación de propiedades mecánicas**

Se realizaron las pruebas mencionadas en el punto 3.4

### **3.6.6. Determinación de propiedades físico - químicas**

Se realizaron las pruebas mencionadas en el punto 3.4

### **3.6.6. Elaboración de la estructura de envases descartables**

La estructura del envase descartable de hojas de árbol se elabora con tres capas, en la capa superior se coloca la primera hoja de árbol, en la capa media va el cartón y en la capa inferior se coloca la segunda hoja de árbol.

### **3.6.7. Propuesta de uso de residuos de envases**

Se elaboró una propuesta de envases descartables para reciclar los envases usados.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. Productividad de hojas

En las Tablas 5 y 6 se presentan los resultados obtenidos de los valores de productividad de árboles de teca y de zapote del fundo Génova-Chanchamayo que se podría obtener al elaborar los envases desechables para alimentos.

**Tabla 5: Rendimiento por rangos de DAP (diámetro a la altura del pecho) en hojas de “teca”**

<b>Nro.</b>	<b>DAP (cm)</b>	<b>Altura total (m)</b>	<b>Rendimiento N° hojas</b>	<b>Hojas extraídas</b>	<b>Merma 20%</b>	<b>Productividad N° Platos</b>
<b>1</b>	30-35	14-17	8232-8381	2470-2514	494-503	247-251
<b>2</b>	36-40	15-18	8183-8309	2455-2493	491-498	245-249
<b>3</b>	41-45	14.5-16	8101-8311	2430-2492	486-499	243-249
<b>4</b>	46-50	18	8297	2489	498	249

**Tabla 6: Rendimiento por rangos de DAP en hojas de “zapote”**

<b>Nro.</b>	<b>DAP (cm)</b>	<b>Altura total (m)</b>	<b>Rendimiento N° hojas</b>	<b>Hojas extraídas</b>	<b>Merma 20%</b>	<b>Productividad N° platos/</b>
<b>1</b>	52	20	3328	998	200	100
<b>2</b>	43	25	3312	994	199	99
<b>Prom.</b>	48	23	3320	996	199	100

## 4.2. Propiedades físico – mecánicas de las hojas

A continuación, se presentan los resultados observados con ensayos físico mecánicos, de las especies estudiadas teca y zapote.

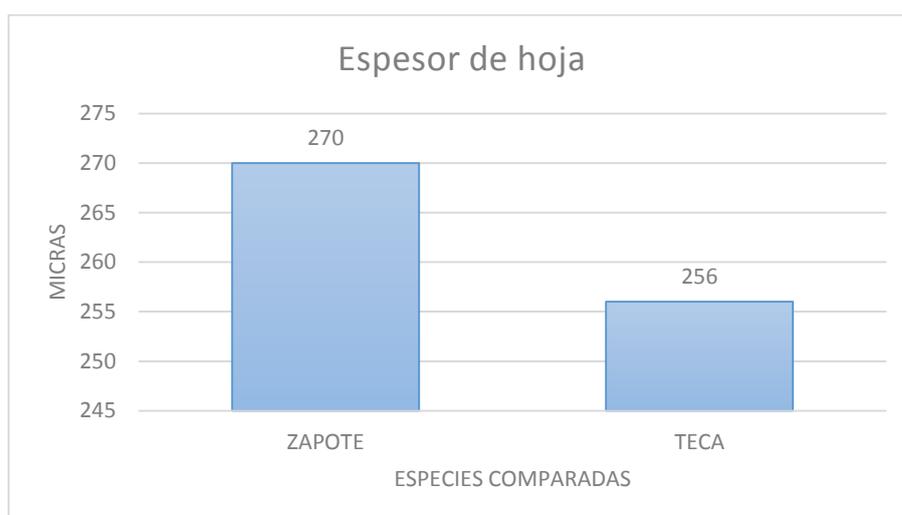
En el anexo 05 se aprecia un resumen del análisis de variancia realizado a dichas propiedades y en el anexo 10 se observa la estadística descriptiva comparativa de cada especie.

### 4.2.1.1 Espesor en hojas , CAMBIAR POR 4.2.1

El ensayo de espesor de hojas se observa como resultado en teca un promedio de 256  $\mu\text{m}$ , y en zapote de 270  $\mu\text{m}$ . Los resultados obtenidos en la tabla 7 se aprecia que el zapote llega a alcanzar el mayor valor entre ambas especies siendo, la mayor variabilidad la del zapote; los valores obtenidos con teca son mas homogéneos que el zapote.

**Tabla 7: Valores de los resultados promedios de espesor hoja de teca y zapote**

Espesor de Hojas ( $\mu\text{m}$ )	N° de muestras	Valor Max	Valor Min	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente Variación
TECA	15	270	250	256	8,94	0,03
ZAPOTE	15	320	230	270	38,07	0,14



**Figura 17: Espesor de hojas de *Tectona grandis* (teca) y *Matisia cordata* (zapote)**

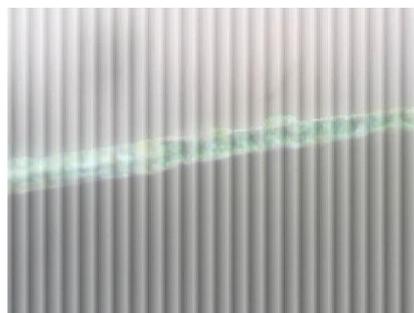
El análisis de variancia para los resultados de espesor de hojas presenta un p-valor de 0,47, lo que quiere decir que los valores son semejantes estadísticamente y no existe diferencia significativa entre ellos.

Los espesores encontrados en las hojas de las especies estudiadas son inferiores a los valores que encontró Ruiz et al., (2012) en platos desechables a base de bagazo de caña de azúcar que presentan un espesor promedio de 450  $\mu\text{m}$ ; esto se debe a que los platos de bagazo fueron elaborados con mayor espesor para que tengan una mayor rigidez.

En las figuras 22 y 23 se observa una imagen mostrando el espesor de ambas especies, vistos con un microscopio estereoscopio a una escala de aumento de 40X.



**Figura 22: Espesor de hoja de teca**



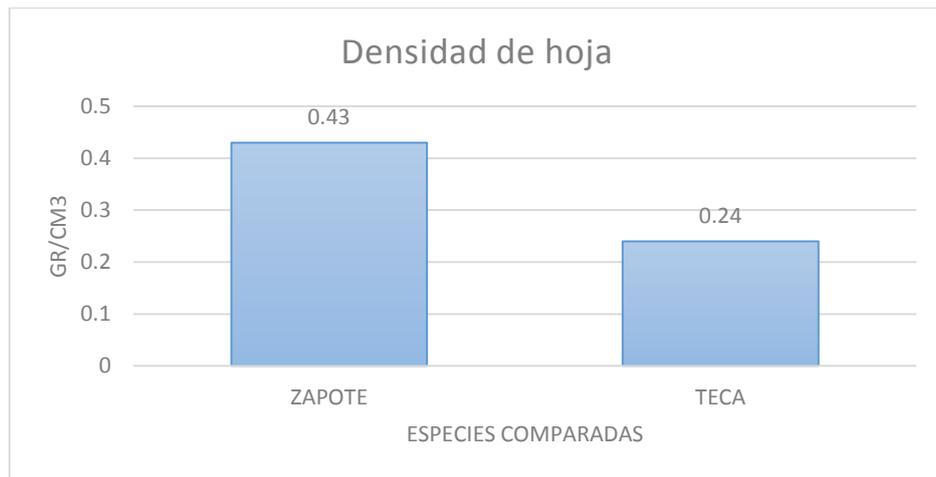
**Figura 18: Espesor de hoja de zapote**

#### **4.2.1.2 Densidad de Hojas CAMBIAR POR 4.2.2**

La densidad en hojas de teca es 0,28  $\text{g}/\text{cm}^3$ , en zapote es de 0,52  $\text{g}/\text{cm}^3$ ; en los resultados presentados en la tabla 8 se aprecia que el zapote llega a alcanzar el mayor valor entre ambas especies, siendo los valores de zapote mas homogéneos que los de la teca.

**Tabla 8: Valores de los resultados promedios de densidad de hoja de teca y zapote**

Densidad de Hojas	N° de muestras	Valor Max	Valor Min	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente Variación
TECA	15	0,44	0,10	0,28	0,09	33%
ZAPOTE	15	0,76	0,13	0,52	0,17	31%



**Figura 19: Densidad entre hojas *Tectona grandis* (teca) y *Matisia cordata* (zapote)**

En la figura 24 se observa la variación de los valores de densidad donde el valor de la hoja de zapote es mayor que el de la teca.

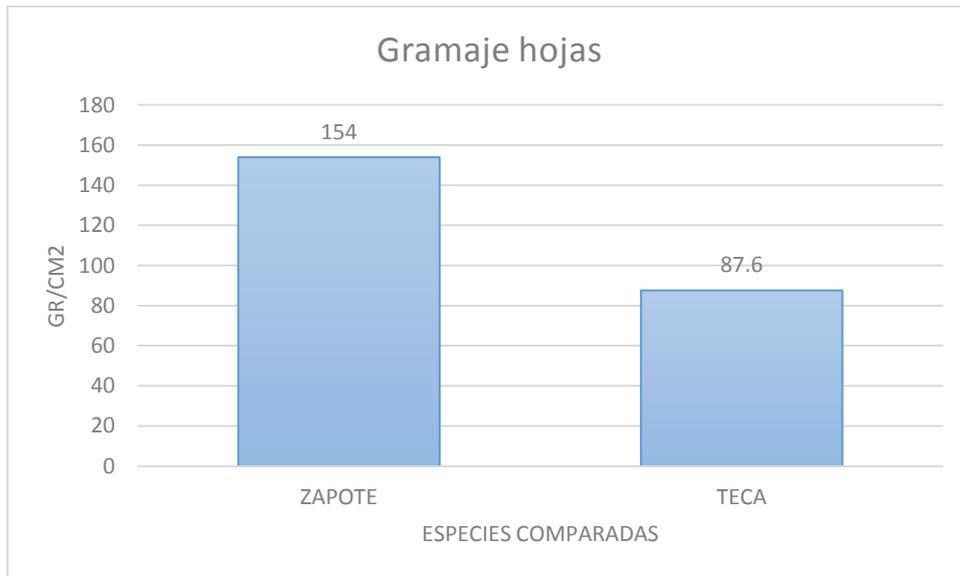
Esta diferencia de la densidad depende del tamaño de los vasos, de la cantidad de los mismos, del espesor de la pared, del diámetro de las fibras y de su composición química tal como lo menciona Espina (2006). Asimismo Evans (2003) menciona que las hojas de mayor espesor, como lo es el zapote, presentan un tejido parenquimático que almacena mayor cantidad de reservas, y la colénquima como tejido de sostén, presenta un soporte estructurado con nervaduras mas gruesas. Estas características se le atribuyen al zapote al presentar hojas gruesas opacas, poco flexibles, como carton grueso

#### **4.2.1.3 Gramaje en hojas CAMBIAR POR 4.2.3**

En la tabla 9, se puede observa para el gramaje en hojas, un resultado promedio de 87,62 g / m<sup>2</sup> en hoja de teca y de 154,07 g / m<sup>2</sup> en hoja de zapote, ver tabla 9, siendo los valores de teca los que presentan mayor variabilidad de datos que el zapote. En el anexo 6 se observa detalladamente los resultados del análisis de variancia realizado al gramaje de hojas, y en el anexo 7 se aprecia un anva aplicado a la estructura de envase descartable para alimentos.

**Tabla 9: Valores de los resultados promedios del gramaje en hoja de teca y zapote**

Gramaje de Hojas (g/cm <sup>2</sup> )	N° de muestras	Valor Max	Valor Min	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente Variación
TECA	15	130,38	46,68	87,62	26,44	30 %
ZAPOTE	15	217,02	131,2	154,07	20,59	13%



**Figura 20: Gramaje en hojas de *Tectona grandis* (teca) y *Matisia cordata* (zapote)**

La figura 25 muestra la diferencia de los valores de gramaje de teca y zapote

El análisis de varianza para gramaje de hojas demuestra con p-valor de 0, lo cual indica que hay diferencia entre los valores de gramaje de ambas especies.

Es importante resaltar de la botánica de las hojas a nivel de especie, del zapote presenta hojas subcoreáceas y cartáceas, mientras que la hojas de teca son de textura más simple y aguda. La explicación es similar a lo establecido para el caso del ensayo de densidad.

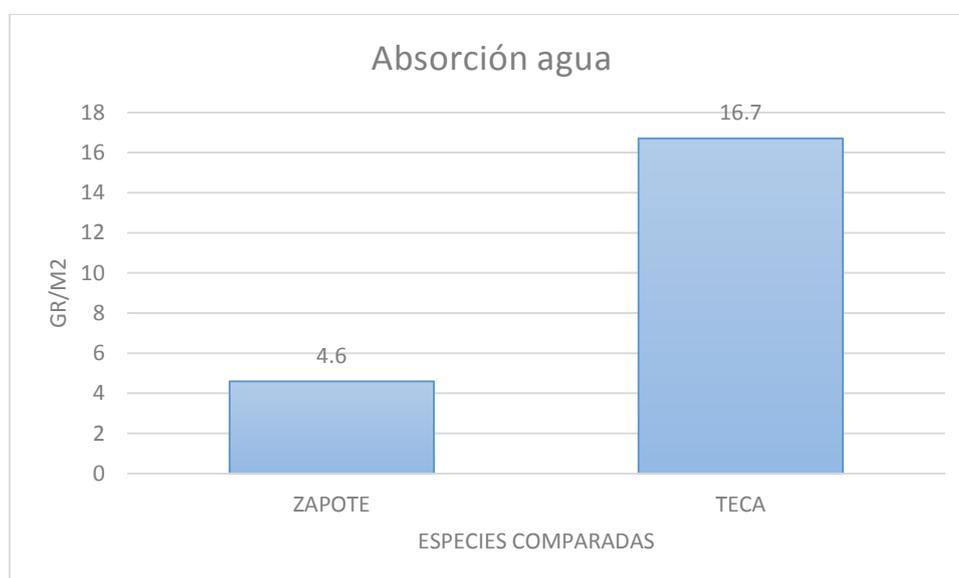
#### **4.2.1.4 Absorción de agua CAMBIAR POR 4.2.4**

La teca presentó una absorción de agua de 16.75 g/m<sup>2</sup> y el zapote presentó un valor de 4.66 g/m<sup>2</sup>

En el análisis de varianza el p-valor fue 0, por lo tanto estadísticamente existen diferencias entre los valores de absorción de ambas especies. ( Ver tabla 10)

**Tabla 10: Valores de los resultados promedios de absorción de agua de teca y zapote**

Absorción de agua /Hojas. (g/m <sup>2</sup> )	N° de muestras	Valor Max	Valor Min	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente Variación
TECA	15	23,68	5,2	16,75	4,70	28 %
ZAPOTE	15	9,92	0,88	4,66	2,86	61 %



**Figura 21: Absorción de agua en hojas de *Tectona grandis* (teca) y *Matisia cordata* (zapote)**

Como se observa en la figura 26, el valor de absorción de agua en zapote es menor que en la hoja de teca ya que según su botánica foliar anteriormente descrita, las hojas son cartáceas y subcoráceas secretando una cutícula cerosa, características que la hacen mas resistentes a que retengan agua.

Algunas plantas producen una capa de cera por encima de la cutícula, la cuticula y su capa externa de cera son una superficie resbaladiza que previene la adherencia de hongos y evita que insectos se posen. Poseen numerosos pelos foliares que la protegen contra la pérdida de agua y exceso de acumulación de calor (Nabors, 2016)

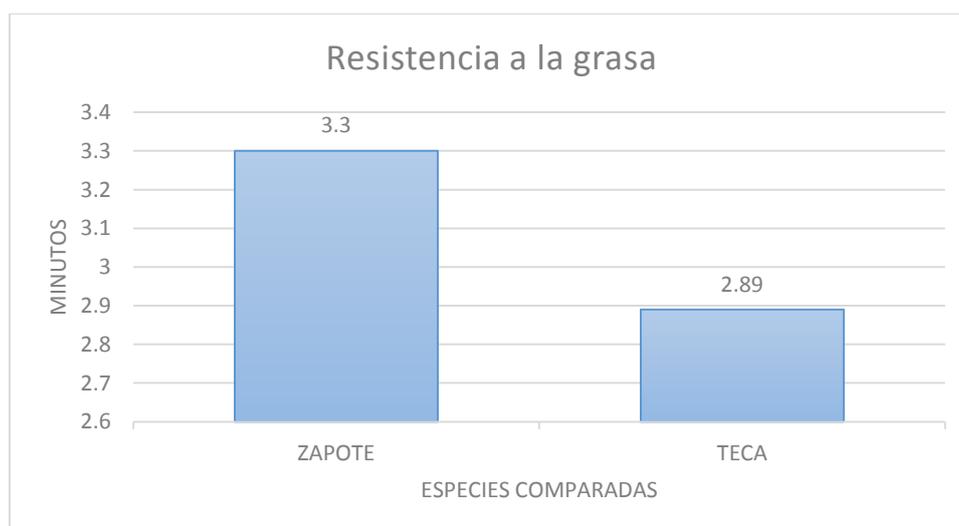
Esta protección que presentan naturalmente las hojas de zapote, brindan protección a la hoja evitando el hinchamiento de las fibras y consecuente ruptura de enlaces en presencia de la humedad, además esta película de protección ante el agua, le da a las hojas propiedades de rigidez, indica Jimenez (2015) en la evaluación realizada en material lignocelulósico.

#### 4.2.1.5 Resistencia a la grasa CAMBIAR POR 4.2.5

En el ensayo de resistencia a la grasa, se midió el tiempo que la hoja pudo retener la grasa antes que ingrese a su estructura interna, y para el teca se obtuvo un tiempo promedio de 2, 89 minutos, mientras que para el zapote el tiempo promedio necesario fue de 3, 31 minutos (Ver tabla 11), los valores de zapote fueron mas homogéneos durante el ensayo, lo que se debería a que las hojas del zapote presentan ceras.

**Tabla 11: Valores de los resultados de resistencia a la grasa en hoja teca y zapote**

Resistencia la grasa /Hojas. Min	N° de muestras	Valor Max	Valor Min	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente Variación
TECA	15	3,52	2,3	2,89	0,40	14 %
ZAPOTE	15	4,05	2,47	3,31	0,35	10 %



**Figura 22: Resistencia a la grasa en hojas de *Tectona grandis* (teca) y *Matisia cordata* (zapote)**

El análisis de varianza para resistencia a la grasa de hojas demuestra con p-valor de 0, lo que indica que si hay diferencia entre los valores de resistencia a la grasa con ambas especies como se aprecia en la figura 27.

Como la principal función de las hojas es la de realizar la fotosíntesis, la superficie de esta tiene que maximizar la absorción de luz solar, lo que también conlleva una pérdida de agua, para contrarrestar esta pérdida, la epidemis produce una cera que es una sustancia que retarda el ingreso de fluidos como el agua y las grasas menciona Nabors (2016)

#### 4.2.1.6 Color CAMBIAR POR 4.2.6

En la siguiente tabla N° 12 se observa la relación de coordenadas cromáticas en L\*, a\* y b\* que han sido tomadas en las hojas de teca y zapote.

**Tabla 12: Resultados de coordenadas cromáticas para hoja de teca y zapote**

COLOR	COORDENADAS	
	L Max	L min
TECA	7,8	2,2
ZAPOTE	2,2	-8,3
	a Max	a Min
TECA	8,1	3,8
ZAPOTE	3,8	0
	b Max	b Min
TECA	7,7	-3,1
ZAPOTE	0,3	-6,3

Para L:

La teca presenta un LMax de 7,8 plomo y un L min de 2,2 plomo oscuro, equivalente a tonalidades plomo y plomo oscuro respectivamente y el zapote presenta un L Max de 2,2 y L min de - 8,3 siendo equivalente a las tonalidades plomo oscuro y negro respectivamente.

Para a:

La teca presenta en las cromaticidades un aMax de 8,1 y un aMin de 3.8 siendo equivalentes a tonalidades rojizo y anaranjado respectivamente, de la misma manera el zapote presente

en las cromaticidades un aMax de 3.8 tonalidad naranja y un aMin de 0 siendo equivalente a tonalidades naranja y tonalidad neutra respectivamente.

Para b:

La teca presenta un bMax de 7,7 y un bMin de -3,1, siendo equivalentes a tonalidad de amarillento y azulado respectivamente, El zapote tiene un valor bMax de 0,3 y valor de bMin de -6,3 que corresponden a un tono neutro e intensamente azulado respectivamente.

Comparando estos valores con los de bandejas de almidón de especies vegetales nativas realizado por Espina et al. 2016, se observa que los valores de L\* presentan valores muy altos como 71,6 comprobándose mayor luminosidad, en a\* existen valores que van hasta 5.03 y en b\* valores máximos de 18.03 que muestran ser mas amarillos que azules.

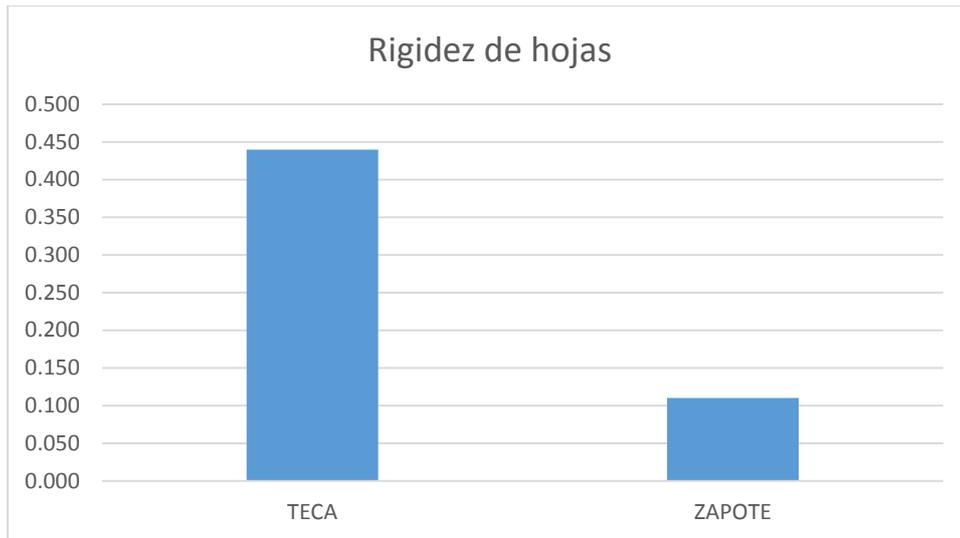
El estudio realizado por Garcia ( 2011) obtiene resultados promedios para películas de almidón oxidado de platano para envases biodegradables, de 81.33 para L, siendo alto por ser de una coloración blanquecina, en a\* obtuvo 4.29 y 0.28 en ambos almidones ensayados, siendo similares a los reportados por las hojas de teca, y para b\* obtuvo 10.07 y 5.74 tambien menores a los valores obtenidos en teca y zapote. Las variaciones de color son evidentes debido a que las hojas del estudio son de tonalidades verdes mientras que las películas de almidon que tienen un fin similar, son de tonos claros

#### 4.2.1.7 Rigidez CAMBIAR POR 4.2.7

En el ensayo de rigidez, mide la resistencia que tuvo la hoja de árbol para soportar una carga aplicada, los resultados de las hojas de teca y zapote fueron 0.440 g y 0.110 g ( Ver tabla 13) . En el anexo 08 se aprecia el anva aplicado a este ensayo físico mecánico.

**Tabla 13: Valores de los resultados promedios de rigidez en hoja de teca y zapote.**

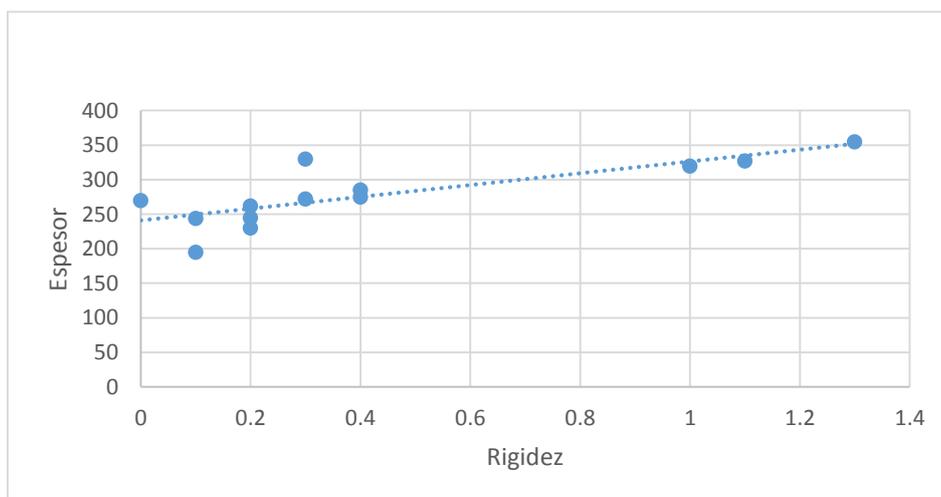
Rigidez Hojas (g)	N° de muestras	Valor Max	Valor Min	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente Variación
TECA	15	1.300	0	0.440	0.42	88 %
ZAPOTE	15	0.300	0	0.110	0.09	82 %



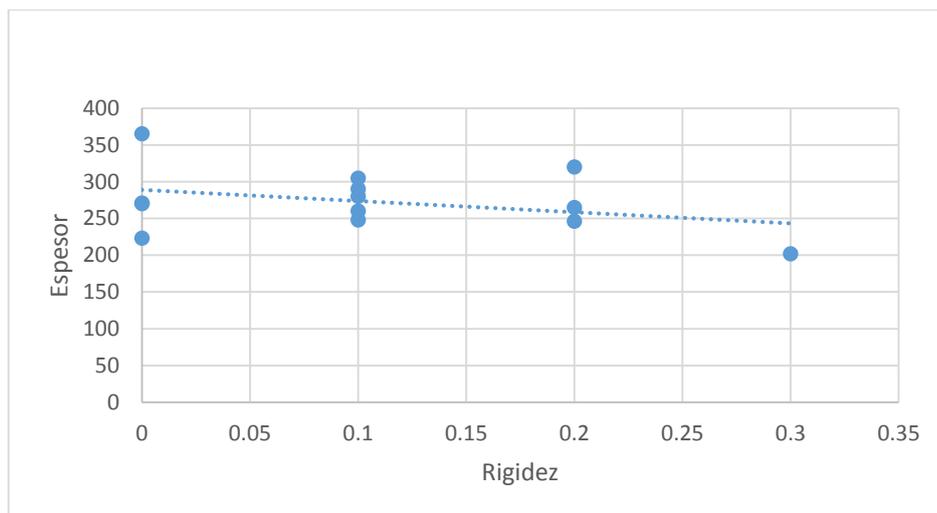
**Figura 23: Rigidez en hojas de *Tectona grandis* (teca) y *Matisia cordata* (zapote)**

Se observa en la Figura 28 que la teca presenta mayor valor de rigidez que el zapote. Se observa cierta relación entre las variables, densidad y la rigidez. Esta relación es explicada porque la densidad es considerada como una medida relativa del grosor de la pared celular vegetal y son estas mismas las que brindan rigidez y estabilidad en primera instancia a nivel celular (Fujiwara et al, 1991; Núñez, 2007).

Se observa la relación entre el espesor y rigidez de las hojas de teca y zapote, ver figuras 29 y 30, y como se explicó anteriormente el espesor se relaciona directamente con la propiedad de la rigidez.



**Figura 24: Relación entre Rigidez con espesor de hoja de teca**



**Figura 30: Relación entre Rigidez con espesor de hoja de zapote**

**Tabla 14: Comparación de las hojas de teca y zapote con una muestra patrón**

HOJAS	PATRÓN	ZAPOTE	TECA
Gramaje (g/cm <sup>2</sup> )	99,3	154	87.6
Espesor (µm)	181	270	256
Absorción de agua (g/m <sup>2</sup> )	20,28	4,6	16,7
Resistencia a la grasa (g/m <sup>2</sup> )	4,48	3,3	2,89
Rigidez hoja (g)	0,01	0,11	0,44

Se puede observar en la tabla 14 en la comparación de las hoja de las especies estudiadas con la especie patrón que los valores reportados en los ensayos por la teca y zapote son mayores en gramaje y espesor, sin embargo la absorción de agua y grasa de la especie patrón es mayor que ambas especies, la rigidez del zapote y de la teca son mayores que la especie patrón.

En el anexo 09 se observan los gráfico de cajas de las propiedades físico mecánicas donde se puede distinguir que se han definido los valores atípicos abtenidos en cada ensayo.

**Tabla 15: Comparación del cartón de Pino chuncho con una muestra patrón**

CARTÓN	PATRON	PINO CHUNCHO
Gramaje (g/cm <sup>2</sup> )	92.7	135
Espesor (µm)	250	520
Rigidez (g)	0,04	0,10

En la tabla 15 se aprecia que los valores de gramaje, espesor y rigidez de pino chuncho son superiores a los valores de los ensayos de la muestra del cartón patrón.

### **Análisis de las propiedades físico – químicas ESTE ES 4.3**

#### **4.2.1. Análisis proximal o bromatológico CAMBIAR POR 4.3.1**

Los análisis dieron resultados bastante similares para las especies teca y zapote, en contenido de proteínas, grasas, carbohidratos, etc. (ver ANEXOS 12 y 13) el presente estudio no detectó rastros de Mercurio ni Arsénico (ver tabla 16).

**Tabla 16: Composición química de las hojas de zapote y teca**

Nro.	ENSAYO	RESULTADO	
		ZAPOTE	TECA
1	% Kcal. proveniente de Proteínas	16,6	15,5
2	% Kcal. proveniente de Grasas	6,5	5,3
3	Cenizas (g/100 g de muestra original)	12,5	10,8
4	% Kcal. proveniente de Carbohidratos	76,9	79,2
5	Mercurio (mg/100 Kg de muestra original)	No detectado	No detectado
6	Arsénico (mg/100 Kg de muestra original)	No detectado	No detectado

El valor de las proteínas del zapote fue de 16,6 por ciento, mientras que la teca fue de 15,5 por ciento.

Las grasas en hojas zapote es de 6,5 por ciento y de la teca es de 5,3 .

Contenido de cenizas los valores encontrados son de 12,5 por ciento para el zapote y 10,8 por ciento para la teca.

Toda hoja presenta los componentes de proteínas grasas y carbohidratos, siendo los mas importantes los carbohidratos ya que al ser compuestos estructurales en las células de la

planta (Pinzón, 2018), brindan condiciones de rigidez a la estructura del envase desechable para cumplir su función de contener a los alimentos.

#### 4.2.2. Determinación de grasa CAMBIAR POR 4.3.2

En ambas especies el resultado fue de 2,44 por ciento para las hojas de teca y 4, 48 por ciento para las hojas de zapote, siendo las hojas de zapote las más aptas, debido a que la grasa aumenta la flexibilidad y dificulta la absorción de líquidos. (ver ANEXO 14)

#### 4.2.3. Marcha fitoquímica CAMBIAR POR 4.3.3

Los metabolitos detectados en la fitoquímica de las hojas de árbol de teca, fueron las saponinas, algunos grupos funcionales y proteínas, mientras que en las hojas de árbol de zapote, mostraron la presencia de compuestos como azúcares reductores, saponinas, anillos aromáticos, fenoles, núcleos esteroidales y proteínas (ver tabla 17).

**Tabla 17: Compuestos de las hojas de *Tectona grandis* y *Matisia cordata* reconocidas por la marcha fitoquímica.**

Nº	TIPO DE COMPUESTO	<i>Tectona grandis</i>	<i>Matisia cordata</i>
1	Alcaloides	Ausente	Ausente
2	Compuestos Grasos	Ausente	Ausente
3	Azúcares reductores	Ausente	Presente
4	Saponinas	Presente	Presente
5	Detección Anillos Aromáticos	Ausente	Presente
6	Fenoles	Ausente	Presente
7	Flavonoides	Ausente	Ausente
8	Determinación de grupos funcionales	Presente	Ausente
9	Antraquinonas	Ausente	Ausente
10	Nucleos Esteroidales Triterpénicos	Ausente	Presente
11	Proteína	Presente	Presente
12	Quinonas	Ausente	Ausente
13	Sapogeninas Esteroidales y Triterpenoidales	Ausente	Ausente
14	Presencia de Delta Sapogeninas	Ausente	Ausente
15	Cumarinas	Ausente	Ausente

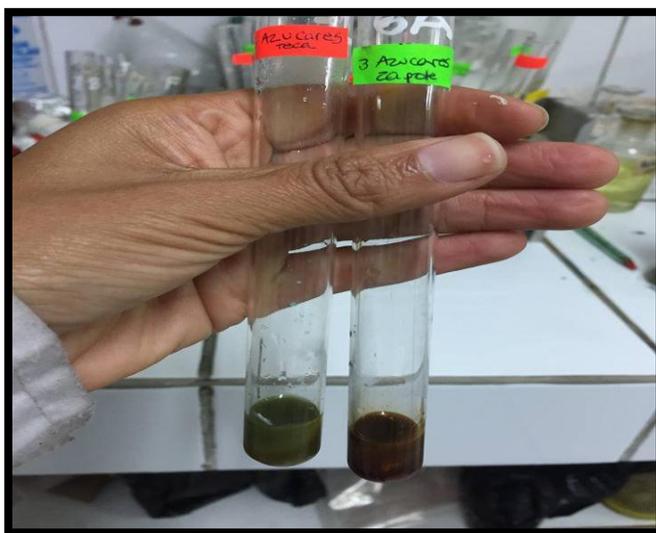
#### 4.3.3.1 AZÚCARES REDUCTORES

Al finalizar el ensayo para detectar la presencia de azúcares reductores, la teca presentó una coloración verde clara ligerente lechosa, lo cual indica negativo, mientras que el zapote se tornó en rojo ladrillo evidenciando la presencia de azúcares reductores (Ver figura 31)

La presencia de azúcares reductores en los envases descartables, no lo hacen nocivo ya que representan fuente de azúcares que están presentes en algunos alimentos como frutas por lo que no influye en la inocuidad.

Los azúcares reductores tienen un alto grado de migración, ya que por sus propiedades químicas, son compuestos que tiene como principal propiedad, su gran solubilidad con el agua y menor solubilidad con el alcohol. Por lo cual si el alimento desprende jugos, estos se pueden mezclar con los azúcares reductores de las hojas.

**Avila et al 2012**, concluye que en las hojas de *Agave cocui* se encuentran presentes azúcares reductores y no reductores detectando arabinosa y manosa, resultando promisorio para la obtención de alcoholes para bebidas o biocombustible.



**Figura 25: Reacción positiva a la prueba de azúcares reductores en la especie zapote**

#### 4.3.3.2 SAPONINA

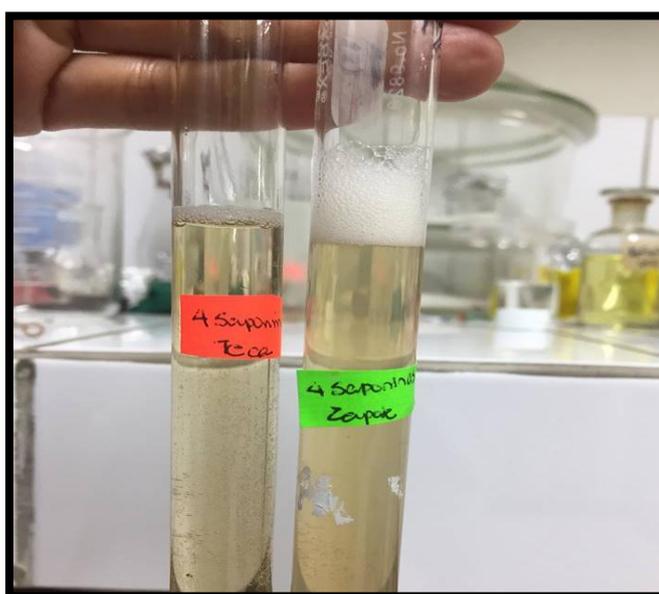
Como se observa en la figura 32, durante la marcha fitoquímica se observó que ambas especies presentan saponinas, el zapote presentó mayor cantidad de espuma que la teca,

siendo un indicador que contiene mayor abundancia de saponinas. Las saponinas son glicósidos que dan soluciones jabonosas (Lock, O 1988) el cual debe estar en menos de 12% para no producir daño en la sangre, hemolisis (Quiroga, C 2011)

El método afrosimétrico permite aproximar la determinación del contenido de saponinas, según la altura de la espuma que presenta la muestra en un tubo de ensayo, se puede aproximar su concentración. De acuerdo a estudios de la quinua de la variedad Pasankalla, esta presentó una altura de 3,7 cm con una concentración de saponina de 0,05%, Candia *et al.* (2016)

Según Norma Técnica Peruana 205.062.2009, el valor aceptable en saponina es de 120 mg/100 g (equivalente a 0,12%) para consumo humano. En el caso de las muestras de teca y zapote, se tuvieron longitudes de espuma en el tubo de ensayo de 0,5 cm y 2 cm respectivamente, por ello, según el método afrosimétrico, las concentraciones de saponina resultaron estar por debajo de lo que exige la Norma Técnica Peruana.

Las saponinas se caracterizan porque al contacto con el agua, producen una espuma persistente y tienen la capacidad de aumentar la permeabilidad de las paredes celulares (López, 2001). Las saponinas son solubles en agua y en medios grasos, y entre sus principales propiedades se menciona que no son volátiles y son química y térmicamente estables.



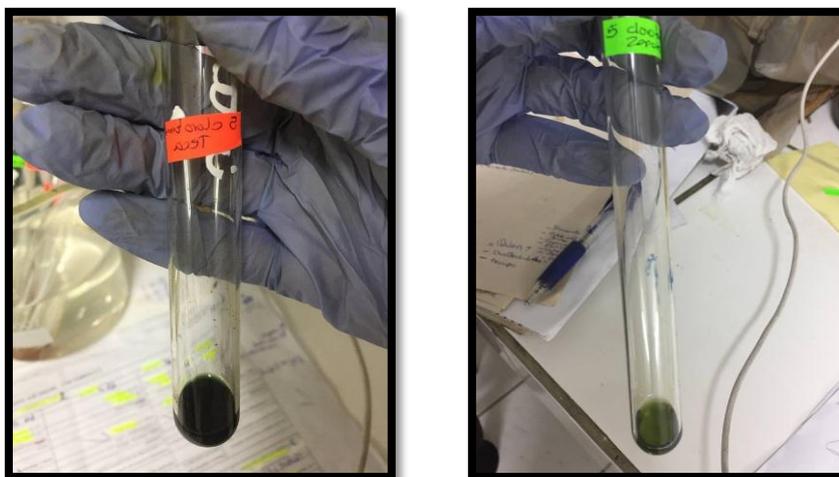
**Figura 32: Reacción positiva a la prueba de saponina en ambas especies**

### 4.3.3.3 ANILLOS AROMÁTICOS

En los ensayos de detección de anillos aromáticos, dio positivo para el zapote y negativo para la teca, se observó que la teca tuvo una coloración verde claro, mientras que el zapote presentó una coloración verde oscuro que indica presencia. (Ver figura 33)

Los anillos aromáticos son poco solubles en cualquier medio líquido y si son solubles con otros carbohidratos, grasas y vinagre. Existen algunos grupos de anillos aromáticos que son tóxicos para la salud provenientes de alimentos y otras fuentes como tabaco, pescado ahumado, parrilla y alimentos procesados (Pérez- Morales *et al.* 1988)

Puede ocurrir una reacción llamada de Millard, producidas entre las proteínas y los azúcares reductores; las altas temperaturas producen colores pardos en los alimentos, el limón también puede funcionar como agente reductor, ocasionando también la coloración oscura. (Pastoriza, 2013)



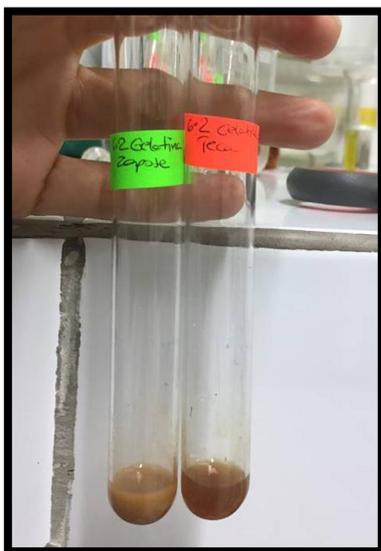
**Figura 33: Reacción positiva a la prueba de presencia de anillos aromáticos dio positivo en zapote y negativo en teca**

#### 4.3.3.4 FENOLES

Los ensayos realizados con el reactivo de gelatina salada dieron positivo a la presencia de fenoles para la hoja de zapote observándose una coloración marrón lechosa; mientras que la prueba con Cloruro de Hierro se evidenció una coloración verde intensa que delata la presencia de taninos pirocatecólicos (ver figura 34). Los ensayos realizados a la hoja de teca resultaron negativos tanto para el reactivo de gelatina salada como con el  $\text{FeCl}_3$ . (Guzmán, 2017)

De existir migración de compuestos fenólicos hacia los alimentos, no será tóxico, al provenir de una fuente natural y puede darse en presencia de limón o vinagre. En cuanto a sus propiedades físico químicas se tiene que evapora más lento que el agua, posee una solubilidad moderada en agua y grasas y muy soluble en alcohol y medios alcalinos.

Los fenoles pueden tener efectos antinutricionales, si se realiza una ingestión elevada y crónica, estos pueden interferir en la absorción de hierro y provocar anemia, sin embargo la toxicidad de los fenoles es muy poca debido a su baja absorción en el organismo humano según Gimeno (2004). Puede representar una fuente de toxicidad en el caso de ser etanol comercial, producido en la industria farmacéutica, manufactura de fibras sintéticas entre otros (PRTR, 2018).



**Figura 34: Reacción positiva a la prueba fenoles, dio positivo en zapote y negativo en teca**

#### 4.3.3.5 DETERMINACIÓN DE GRUPOS FUNCIONALES

En la determinación de grupos funcionales, la muestra de teca presenta un color café que , es positivo a la presencia de dobles enlaces de cadenas abiertas y la muestra de zapote, se puede ver una coloración verde oscura que indica un resultado negativo. (Ver figura 35)

Si bien es cierto el ensayo no determina que grupos funcionales están presentes, existe la certeza de contar con el grupo funcional alcohol en la especie teca ya que contiene fenoles, y en el caso de zapote, presenta grupo amino y carboxilo por las proteínas que contiene y grupo cetónico dentro de las saponinas.

Dentro de las propiedades físico químicas de los alcoholes se sabe que son solubles en agua, reaccionan con acidos orgánicos e inorgánicos para formar ésteres,



**Figura 35: Reacción de determinación de grupos funcionales dio positivo en teca y negativo en zapote**

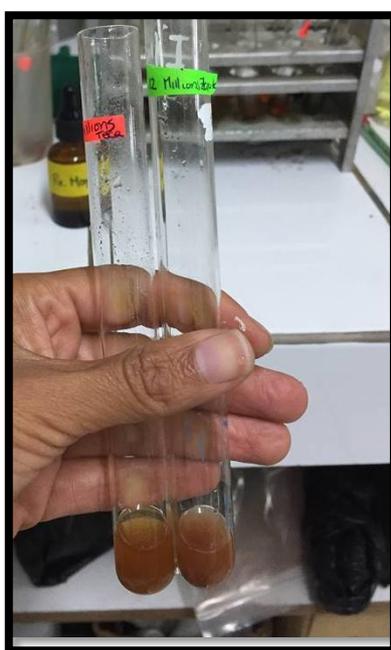
#### 4.3.3.6 PROTEINAS

Como se observa en la figura 36, el ensayo de detección de proteínas presenta una coloración marron salmón en ambos tubos de ensayo con la misma intensidad, resultando positivo.

Dentro de las principales propiedades de las proteínas, presenta solubilidad en agua, capacidad amortiguadora, es decir puede comportarse como un acido o una base, desnaturalización y renaturalizacon, la mayor parte de las proteínas experimentan

desnaturalizaciones cuando se calientan entre 50 y 60 grados centígrados y cuando se enfrían debajo de 10 a 15 grados centígrados.

Cuando un medio ácido entra en contacto con algún tipo de proteína, se llevan a cabo una serie de reacciones que van desde el cambio de color a nivel superficial hasta una transformación en la textura (Gatica, 2018). En el caso de las hojas, El pH del jugo de limón es de 2,5 es muy ácido; cuando éste tiene contacto con la proteína, la cual posee un pH de alrededor de 5, desencadena un cambio en la estructura del pH, resultando una desnaturalización.



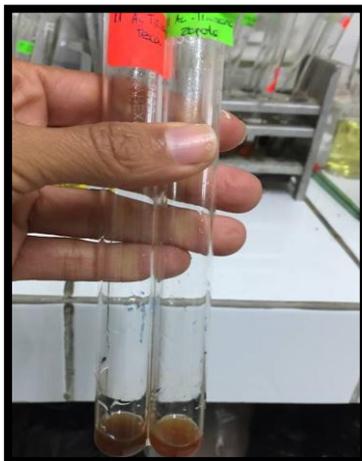
**Figura 26: Reacción de presencia de proteínas, dio positivo en ambas**

#### **4.3.3.7 NUCLEOS ESTEROIDALES Y TRITERPÉNICOS**

Los ensayos realizados con el reactivo de ácido tricloroacético identifica núcleos esteroidales y triterpénicos con una coloración rojo oscuro o naranja. Las hojas de teca dieron negativo al no observarse la coloración característica y las hojas de zapote dieron positivo, mostrando una coloración naranja oscuro. (Ver figura 37)

Según Debenedetti *et al.* (2014) las saponinas son heterósidos de los núcleos esteroidales y triterpénicos, por su estructura química, al presentar la misma naturaleza que las saponinas,

son consideradas del mismo nivel de la toxicidad de acuerdo al método antes mencionado, presentando solubilidad alta en medios lipídicos.



**Figura 37: Reacción de presencia de núcleos esteroidales triterpenicos positiva en zapote y negativo en teca**

#### **4.2.4. Análisis de contenido de metales pesados *CAMBIAR POR 4.3.4***

Se hizo un estudio de los siguiente metales pesados: Plomo, Cadmio, Cobre, Cromo y Zinc. (ver ANEXO 14)

##### **4.3.4.1 Plomo**

Los resultados de los análisis de plomo hallados en hojas de zapote fueron de 9,32 ppm y 3,62 ppm en hojas de teca. Siendo valores muy altos ya que el limite de plomo que se acepta en la ingesta alimentos es de 0,1 ppm ( Codex Alimentario, 1995)

El zapote muestra un valor superior de plomo que en la teca, debido a que tuvo mayor exposición al medio ambiente que la teca. Ambos valores fueron afectados por el exceso de residuos de combustión en el parque automotor, al momento de su almacenaje (cercano a polución vehicular). El plomo es liberado al aire especialmente por la combustión de gasolina y desechos sólidos; desde la atmósfera se depositan en suelos, plantas y agua.

La caraterística principal del relieve de Chanchamayo es una morfología abrupta sobre la cuál se acumulan depósitos morrénicos y glaciofluviales. los depósitos fluvio-aluvionales de la formación La Merced, indican que los suelos que conforman la zona provienen en gran

parte de zonas aledañas, incluyendo los de las minas San Vicente y Pichita de donde puede provenir la contaminación de plomo.

**Ríos (2016)**, señalan que las hojas de shihuahuaco (*Dypterix odorata*) contienen 3,39 ppm de plomo, la cual es menor que en las especies estudiadas. Por otro lado, se encontró que los valores de plomo en suelos de plantaciones de cacao encontrados en la zona de Satipo fue de 12.89 ppm ( Ar{evalo *et al*, 2016)

#### **4.3.4.2 Cadmio**

Los valores encontrados en las hojas teca y zapote fueron de 0,7 ppm y 0,79 ppm, estos valores salen del rango de los niveles máximos permitidos en hortalizas brasicáceas que es de 0,05 ppm según la FAO (1995).

La presencia de cadmio en las hojas indica toxicidad, debido a actividades antropogénicas a que están expuestas los suelos como lo es la aplicación de fertilizantes, y abonos fosfatados (Marti *et al*. 2002)

Harte *et al* (1991) menciona las concentraciones de 0.3 a 0.5 ppm como límites máximos de frutas y vegetales en áreas urbanas.

#### **4.3.4.3 Cobre**

En el análisis realizado en hojas de las especies de zapote y teca fue de 7 ppm y 6 ppm. los cuales son considerados niveles tolerables. Se aprecia que ambos resultados son similares entre ellos, la mínima diferencia se debe a que existen variabilidad de sensibilidad a la absorción de metales pesados entre reinos y familias vegetales, la familia bombacaceae absorbe cobre con mayor facilidad que las verbenácea, cayendo dentro del rango normal (3 a 10 ppm) en tejidos vegetales respectivamente, siendo estos valores inferiores a los que señala Menéndez (1987). Además a ello Olivares (2013) menciona 23 ppm como un nivel aceptable para alimentos sanos.

#### **4.3.4.4 Cromo**

En los análisis realizados en cromo a las especies Zapote y Teca, tuvieron como resultado 8,38 ppm y 6,55 ppm, respectivamente, los cuales son muy altos en ambas especies, ya que por norma de alimentos el contenido debe ser un máximo de 0.1 ppm (Union Europea 2017)

El zapote tiene una mayor concentración de cromo que la teca, esto se debe a que si bien es cierto se decidió en un principio colocarlo en un lugar aerado para evitar la acumulación de hongos, sin embargo la exposición en el contenedor abierto, permitió la contaminación de las hojas con cromo por estar en contacto a un medio a una avenida transitada por autos.

Mahecha (2015), indica que el valor de este metal para la región del Ariari alcanzó los 11,9 ppm en suelo, el mismo autor indica que según la EPA (1996) el rango normal de contenido de Cr en el suelo es de 0,1 – 0,5 mg/Kg y el rango tóxico está entre 5 y 30 mg/Kg. Mientras que Prieto et al. 2009 obtiene valores para hortalizas en hojas de 0.02 ppm.

#### **4.3.4.5 Zinc**

Según el análisis realizado en hojas de zapote y teca fueron de 16 ppm y 18 ppm, respectivamente, los cuales se consideran rangos normales (Espinoza, 2015)

Los valores de Zinc encontrados en teca y zapote son similares entre si. Los valores de zinc encontrados en suelos de plantaciones de cacao en la provincia de Satipo fue de 73.1 ppm, al ser considerado el zinc un metal del tipo micronutriente en cantidades adecuadas, no representa perjuicio para la planta, es por ello que la superficie en contacto del contenedor y contenido retendrán un valor muy por debajo de los valores permisibles.

Las necesidades diarias nutricionales para la población son de 15 ppm señala Torres (2004), siendo los resultados del presente estudio muy cercanos a lo descrito por este autor. Según Mahecha *et al* 2015 la epa determina como toxicidad en plantas a niveles superiores a 400 ppm.

## TOXICIDAD LIMITE DE LOS METALES

En la siguiente tabla N° 18, se ha realizado un resumen de los limites permitidos por la US EPA, y comparados con los valores de dosis letal de estos elementos en el ser humano

**Tabla 18: Lista de Dosis Letales de Metales Pesados**

METAL PESADO	DOSIS LETAL EN DIETA HUMANA mg/dia	RESULTADOS PROPIOS (ppm)		US EPA (mg/l)	TOXICIDAD
		TECA	ZAPOTE		
PLOMO	10k	3,62	9,32	0,006	Teratogenicidad cerebral, enfermedades renales, vasculares y neuronales.
CADMIO	1.5k - 9k	0,70	0,79	0,01	Transtorno renal, efectos carcinógenos, mutagénicos y teratogénicos
COBRE	175-250	6	7	0,25	Daños hepáticos, enfermedad de wilson, insomnio, irritación intestinal
CROMO	3k - 8k	6,55	8,38	0,05	Dolor de cabeza, diarreas, náuseas, vomito, alopecia, carcinógeno
ZINC	6k	18	16	0,8	Depresión, fatiga, mareos, signos neurológicos y aumento de sed

Fuente: Caviedes *et al.*, 2016

Los resultados encontrados en la migración de metales tales como Plomo, Cadmio, Cobre y Cromo salen “no detectables” en los envases biodegradables hechos a base de hojas de teca y zapote, mientras que en el caso de la migración del zinc se encontraron niveles de 14,2 ppm para la teca y 15,4ppm para el zapote siendo valores altos, comparados con el valor límite que indica la EPA que es de 0,8 ppm, lo cual si migra toxicidad al alimento ocasionando síntomas como mareos, aumento de sed, depresión fatiga etc.

### Propuesta de uso de residuos de envase desechables para alimentos

Elaboración de un programa de compostaje (PEC) empleando como materia prima los envases a base de hojas usados. La FAO define como compostaje a la mezcla de materia orgánica en descomposición, en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes. Para esta propuesta se tomó como unidad modelo a la valorización realizada en la Municipalidad Provincial de Leoncio Prado, perteneciente al departamento de Huanuco, que cuenta con un programa de compostaje con

los residuos orgánicos de su provincia, donde generan el 50% de compost a partir de sus desechos orgánicos; en el programa de compostaje para envases a base de hojas usados se podrá generar 3,5 kg de compost cada 7 kg (1000 unidades) de desechos.

En una primera etapa este programa será presentado a la Municipalidad de Lima Metropolitana y considerando que lleva a cabo planes relacionados al medio ambiente; la segunda etapa consiste en impartir el mismo plan de manejo a otros municipios y/o empresas privadas, en beneficio de la población y su entorno.

## V. CONCLUSIONES

- 1 Las propiedades de las hojas de Teca colectadas en San Ramón, La Merced son aceptables para la elaboración de platos descartables.
- 2 Las características bromatológicas de las hojas de zapote colectadas en San Ramón, La Merced son significativamente aceptables, debido a que presentan mayor proporción de contenido de proteínas, grasas, carbohidratos y cenizas con respecto a la hoja de teca.
- 3 Las propiedades físicas y mecánicas de las hojas de teca colectadas en San Ramón, La Merced presentan mejor aptitud, puesto que sus propiedades en absorción de agua y rigidez son importantes para la manipulación del envase.
- 4 El comportamiento de las hojas de zapote colectadas en San Ramón, La Merced muestran mejor aptitud en los ensayos de gramaje, resistencia a la grasa mientras que las hojas de teca muestran un comportamiento superior en ensayos de absorción de agua y rigidez.
- 5 La presencia de elementos contaminantes en las hojas de zapote colectadas en San Ramón, La Merced no son significativamente aceptables para la elaboración de platos descartables debido a que exceden las dosis recomendada por la EPA, sin embargo son menores a las dosis letal en dieta humana.
- 6 Los platos compuestos a base de hojas de “teca” son las mas recomendables para la elaboración de platos descartables, puesto que los elementos presentes en su composición no son nocivos para la salud.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda desarrollar estudios complementarios que se enfoquen con detalle en el ensamblaje de la estructura de envase desechable, hacia un producto final.
- Realizar trabajos de investigaciones similares haciendo uso de hojas de otras especies.
- Se recomienda utilizar un proceso de limpieza controlado para evitar la presencia de contaminación por falta de higiene
- Para el almacenado de las hojas luego de secado es importante que se coloquen en un lugar cerrado libre de contaminación vehicular y polucion ambiental en general.
- Utilizar las hojas con mejores características, incluyendo tamaño, ataque de plagas, huecos en hojas, quebradizas, entre otros, de este modo, se evita pérdidas del material vegetal colectado.
- Se recomienda que los lugares de cosecha de las hojas, sean cercanos a Lima, además de considerar su fácil accesibilidad.
- Tener cuidado en la zona donde se almacenan las hojas para que no se contaminen con ningún tipo de elemento que pueda alterar sus resultados de análisis.
- Se recomienda fomentar el uso de platos biodegradables, así de esta manera se suplirá el uso de envases para alimentos no biodegradables.
- Realizar ensayos de resistencia a la grasa con colorantes que permitan determinar el grado de absorción a través de la hoja.
- Realizar trabajos de investigación dirigido al diseño de los envases, considerando especialistas en Ingeniería Mecánica.
- Trabajar de manera conjunta los productos forestales no maderables y las industrias alimentarias para generar productos holísticos entre ambas especialidades.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ACERO M, 2007. Manual de Practicas de Bromatología. Universidad Autónoma de Aguas Calientes. México. 78p.

ADUANAS, 2006. Reglamento de equipajes y menaje de casa. Decreto Supremo Nro. 016-2006-EF. Perú.

AGUILERA, M. 2015. Prezi: Envases rígido y semi-rígido- Argentina

AIMPLAS (Instituto tecnológico del plástico). 2014. Ensayos de permeabilidad al vapor de agua para envases. Disponible en: <https://www.aimplas.es/blog/ensayos-de-permeabilidad-al-vapor-de-agua-para-envases>

ALVAREZ, A; CRUZ, L; MENDOZA, M; MORAN, A. 2018. Presentacion: Ciencia de los Materiales: Poliestireno expandido. Disponible en: <http://www.ifuap.buap.mx/~lilia/UNICEL.pdf>

AMADOR, O. 2016. Estudio bromatológico de hojas de Moringa oleifera in vitro y ex vitro y análisis del efecto hipoglucemiante en ratas Wistar diabetizadas. Titulo para obtener el grado de maestra en ciencias área biotecnología vegetal. Mexico. 125 p

AREVALO, E; OBANDO, M; ZUÑIGA, L; ARÉVALO, C, BALIGAR, V y HE, Z. Metales pesados en suelos de plantaciones de cacao en tres regiones del Perú. Ecología Aplicada 15(2), 2016. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-22162016000200003](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162016000200003)

AROSTEGUI A. 1969. Estudio de las propiedades físico-mecánicas de las maderas del Perú.

Absorción de agua. Proyecto N° FI-T-1-1969. Instituto de Investigaciones Forestales. Lima –Perú. 10 p.

ÁVILA, R; RIVAS,B; HERNÁNDEZ, R y CHIRINOS, M. Contenido de azúcares totales, reductores y no reductores en Agave cocui Trelease Revista Multiciencias Vol 12 N° 2 (129-135). Venezuela

BAJAÑA, G. 2016. Caracterización Morfológica In situ del árbol y órgano sensorial del fruto de varias accesiones del Zapote (*Matisia cordata*) entres del Guayas. Ecuador. Tesis de Ingeniero Agronomo.79 p

BERDONCES, J. Principios activos y preparaciones farmacéuticas de las plantas medicinales.Revista Natura Medicatrix. N° 37-38 1994-1995. España

BHAT, K. y OK MA, H. 2004. Productores de teca, Uniros: Actualidad Forestal Tropical V. 12 No. 1 (2004).

BRISCOE, C. 1995. Silvicultura y manejo de Teca, Melina y Pochote. Informe Técnico N° 270. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba-Costa Rica.

BULNES, F.; LOPEZ, M.; HERMOSA, R.; OCAÑA, J.; CORTINA, L. 2007. Informe Técnico de la Evaluación Forestal de la Plantación de Teca (*Tectona grandis*) en el fundo La Genova. UNALM.

BUTTGEBACH, H; VARGAS, C; REYNEL, C. 2012. Dinámica forestal en un bosque premontano del valle de Chanchamayo. APRODES.

CALLISTER, W. 1995. Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales. Edit. Reverté. Utah-USA. 788 p.

CALVO, M.; MENDOZA, E. 2012. Toxicología de los alimentos. Editorial Mc Graw Hill. Esapaña. 467 p

CAMACHO, M. 2012. Caracterización estructural de metabolitos secundarios de *Capparis Ovalifolia*. Perú. Tesis para optar el título de Licenciado en Química. PUCP. 58 p

CAMEAN, A.; REPETTO, M. 2006. Toxicología Alimentaria. Editorial Diaz de Santos. España. 668 p

CANDIA, L; OLAGUIVEL, A. 2016. Diseño y evaluación de una escarificadora para la extracción de saponina de la quinua-Región Puno. Tesis para optar el título de Ingeniero químico. UNA-Puno. 109 p

CASEY, J.(1990) Pulpa y Papel, Química y Tecnología Química Vol. 1. México 950 p.

CASEY, J.(1991) Pulpa y Papel, Química y Tecnología Química Vol. 2. México 757 p.

CASTRILLON,T.(2009). Biopolímeros. Revista Packaging. Año 18-Nº 103. Septiembre- Octubre 2009. Argentina

CATALÁ, R y GAVARA, R. (2002) Migración de componentes y residuos de envases en contacto con alimentos. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. España 346 p.

CAVIEDES, D; DELGADO, D, y OLAYA, A. Remoción d emetales pesados comúnmente generados por la actividad industrial, empleando macrófitas neotropicales. Rev. P+L Vol. 11 N° 2 Caldas Julio/Diciembre 2016. Disponible en:

<https://www.journalusco.edu.co/index.php/iregion/article/view/710/1359>

CÉSPEDES, P y CARTAJENA, J. 2015. Frutas neotropicales y foráneas de especial sabor y consistencia consumidas en Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín Vol. 68. N ° 2 Dic 2015. Colombia

CHÁVES, E & FONSECA, W. 1991.Teca *Tectona grandis L.f.* Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Serie Técnica. Informe Técnico N° 179 Centro Agronómico tropical de investigación y enseñanza CATIE. Proyecto cultivo de árboles de Uso Múltiple (Madeleña) CATIE/ROCAP. 47 p.

Colvin, R., Biodergradable polymers make small-scale return. MPI, 1995(Abril): p. 19-21

COLLAVE, H y GARCIA, A. 2014. Estudio farmacognóstico y cuantificación de flavonoides totales de la hoja de manihot esculenta (yuca). Tesis para obtener el grado de bachiller en farmacia y bioquímica- Trujillo- Perú. 68 p

COMISIÓN DE LOS REGLAMENTOS TÉCNICOS Y COMERCIALES- INDECOPI. (2007) Cacao Y Chocolate, Cacao En Polvo (Cocoa) Y Mezclas Secas De Cacao Y Azúcar. Lima, Perú.

COMISION EUROPEA, 2015. Materiales en Contacto con Alimentos. Luxemburgo. Disponible en: [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/cs\\_fcm\\_legis\\_pm-guidance\\_brochure\\_espa.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/cs_fcm_legis_pm-guidance_brochure_espa.pdf)

CORTEZ, M y MORENO, A. 2011. Factibilidad Técnica Financiera para la fabricación de mobiliario para jardines y terrazas a base de madera de teca en Chalatenango y su comercialización. Trabajo previo para optar el título de ingeniero industrial. Universidad Jose Matias Delgado. El Salvador. 298 p

Cotrina,S; Chavez, P; Garcia,R; Moran, A; Salgado, J; Seminario, L. 2016. Diseño y prueba piloto de modelo de capacitación en el aprovechamiento de la cascarilla de arroz a través de la elaboración de envases biodegradables en San Lorenzo. Limpa- Perú. Informe final de Asignatura de Proyectos de la Facultad de Ingeniería. Universidad de Piura. 135 p.

ECURED, 2018. Sapotillo del Perú. Periódico Digital. La Habana- Cuba. Disponible en: [https://www.ecured.cu/Sapotillo\\_de\\_Per%C3%BA](https://www.ecured.cu/Sapotillo_de_Per%C3%BA)

DAVIS, G y SONG, J. Biodegradable packaging based on raw materials from crops and their impact on waste management. ELSEVIER Industrial Crops and Products. Volume 23, issue 2, march 2006.

DEBENEDETTI, S; WILSON, E. 2014. Farmacognosia, Clases teóricas y presentaciones, Triterpenos y Esteroides, Saponinas. Universidad de Belgrano. Argentina.

DEMICHELI, M. 1996. Plásticos biodegradables a partir de fuentes renovables. Revista The IPTS Report N° 10 Dec 1996. España

DOI, Y., et al., eds. Biodegradable Plastics and Polymers. , ed. Y. Doi and K. Fukuda (eds.). 1994, Elsevier

DUEÑAS, M. 2008. Incidencia de la "mosca de la fruta" (*Anastrepha schineri*) en el cultivo de zapote (*Matisia cordata Humb & Bonpl.*) en tres pisos altitudinales en época de alta precipitación. Tingo María- Perú. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. 97 p.

Ecured, 2018. Sapotillo del Perú. Periódico Digital. La Habana- Cuba. Disponible en: [https://www.ecured.cu/Sapotillo de Perú.](https://www.ecured.cu/Sapotillo_de_Peru)

EFSA (2008) Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain on a request from the European commission of polycyclic aromatic hydrocarbons in food

ELIKA (2018) Disponible en: [http://datos.elika.eus/articulos/Archivo697/Berezi%20HAPs\\_ekaina11.pdf](http://datos.elika.eus/articulos/Archivo697/Berezi%20HAPs_ekaina11.pdf)

ESPINA, A. 2006. Densidad básica de la madera de *Eucalyptus globulus* en dos sitios en Chile. Trabajo de titulación para optar el título de Ingeniero Forestal. Valdivia, Chile.

ESPITIA, M; MURILLO, O y CASTILLO, C. Ganancia genética esperada en teca (*Tectona grandis* L.f.) en Córdoba (Colombia). Revista Colombia Forestal Vol 14. N° 1 Bogotá Junio 2011

DEBENEDETTI, S; WILSON, E. 2014. Farmacognosia, Clases teóricas y presentaciones

EROSTEGUI, C. (2009) Contaminación por metales pesados. Revista Científica Médica. Volumen 12, N° 1:2009

EVANS, D. 2003, Aerenchyma formation. Revista New Phytologist. 161: 35 – 49. Reino Unido. Disponible en [https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1046-j.1469-8137.2003.00907.x](https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1046/j.1469-8137.2003.00907.x)

FAJARDO, M. 2018. Plan de negocios para la creación de una empresa de utensilios biodegradables con materias primas naturales. Trabajo de titulación previo a la obtención de título ingeniero comercial. Quito Ecuador. 189p

FAO, 1994. Desarrollo de productos forestales no madereros (PFNM) en América Latina y el Caribe. Versión preliminar. Preparado por la subdirección de productos no madereros y energía. FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 23 p.

FAO/OMS. Codex Alimentarius. Norma general del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos. CODEX STAN 193-1995.

FAO, 1996. Desarrollo de Productos Forestales No Madereros en America Latina y el Caribe. Direccion de productos forestales FAO, ROMA. Oficina Regional de la FAO para america latina y el caribe. Santiago, Chile. 1996. 61 p

FERNANDÉZ, J. y VARGAS, P. (2015). Elaboración de un plan de negocios para determinar la factibilidad de la producción de bioplásticos a partir de papa en contra de la contaminación en Colombia. Trabajo de grado para lograr el título de Ingeniero Industrial. Universidad Nacional de Nueva Granada. Colombia

FIORENTINO, N. 2016. Desarrollo de un bioplástico como alternativa al poliestireno para aplicarse en cadenas de sushi. Quito- Ecuador. Tesis para obtener el título de Licenciado en Diseño Comunicacional. 68 p.

FORSYTH, F. 1968. Iniciación a la toxicología vegetal. Manuales de técnicas agropecuarias. España 208 p.

GARCÍA ROLLAN, M. 1991 Alimentación humana. Errores y sus consecuencias. Madrid TH, 1991.

GARCIA – TEJEDA, Y; ZAMUDIO P; BELLO, L ; ROMERO, C y ZOLORZA, J. 2011. Oxidación del almidón nativo de plátano para su uso potencial en la fabricación de materiales de empaque biodegradables: caracterización física, química, térmica y morfológica. Revista Iberoamericana de Polímeros. Volumen 12(3) mayo 2011. México

GARCIA,P y VELASCO,C. 2008. Evolución en el conocimiento de la fibra. Revista Nutrición Hospitalaria 2007, 22. (Supl.2):20-5. Madrid España

GATICA, G. 2018. Mito: El limón cuece la carne. Disponible en: <http://conacytprensa.mx/index.php/derribando-mitos/17778-mito-el-limon-cuece-la-carne>

GIMENO,E. 2004. Compuestos fenólicos. Un análisis de sus beneficios para la salud. Revista ElSevier. Vol. 23. Núm. 6.Junio 2004, España

GONZALES I, 2010. Caracterización química del color de diferentes variedades de guayaba (*Psidium guajava l.*) colombiana. Tesis presentada para optar al título de Magister en Ciencias - Química.Colombia. 73 p

GOYER RA, Clarksom WT.Toxic effects of metals. En: Klaassen CD editor. Casarett and Doull's Toxicology. The basic Science of poisons. New York: McGraw-Hill, 2001;811-67.

GREENPEACE, 2009. Evolución energética, Perspectiva mundial de la energía renovables. Disponible en: <http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2008/3/revolucion-energetica.pdf>

GUARIN, S. 2012. Presentación en Prezi, Efecto del Cromo en las plantas. Disponible en: <https://prezi.com/1sthyso36gmm/efecto-del-cromo-en-las-plantas/>

GUZMÁN, D. 2017. Guía de Prácticas de Química Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina.

HARTE, J.; HOLDREN, C.; SCHNEIDER, R.; SHIRLEY C. 1991. Guía de los contaminantes El libro de los tóxicos de la A a la Z. Editorial Grijalbo. USA. 642 P.

HERNANDEZ, J. 2013. Caracterización físico-química y microbiológica del tomate margariteño (*Lycopersicon esculentum* var. España) y evaluación de la efectividad de tratamientos de pre-ensado para el incremento de su vida comercial a temperatura ambiente. Tesis para obtener el título de Doctor. Departamento de Bromatología y Tecnología de los alimentos. Universidad de Córdoba Argentina. 171 p.

HOPEWELL, J., R. DVORAK, Y E. KOSIOR (2009). "Plastics recycling: challenges and opportunities", *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 2009 Jul 27, 364(1526): 2115–2126

INTECO. 2018. Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. Disponible en:

<https://www.inteco.org/shop/product/inte-iso-535-2014-papel-y-carton-determinacion-de-la-absorcion-del-agua-metodo-de-cobb-472?variant=458>

IDEAM, 2007. Determinación de grasas y aceites en aguas por el Metodo Soxhlet. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Versión 02. Colombia 8p.

IHOBE, 2017. Guía de ecodiseño de envases y embalajes. País Vasco. Disponible en: [http://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/ecodisenio\\_envases/es\\_def/adjuntos/envases\\_ihobe\\_ecoembes.pdf](http://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/ecodisenio_envases/es_def/adjuntos/envases_ihobe_ecoembes.pdf)

JIMENEZ, C. 2015. Estado legal mundial del cadmio en cacao (*Theobroma cacao*): fantasía o realidad.

JWEILES, J. 2010. Vajilla: historia y panorama actual. Tesis para optar el título de Licenciada en Administración de Instituciones Hoteleras. Ciudad de Guatemala- Guatemala 153 p.

Klingbeil, M. 2000 Working document of biodegradable waste management. Brussels: European Commission

KROLL, B.; NALVARTE, W.; MARMILLOD, D. (1994). Árboles del Perú Especies Forestales de Dantas. UNALM. 30 p.

LAROUSSE, 2018. Disponible en : <https://laroussecocina.mx/palabra/vajilla/>

LASAT MM.,2000. The use of plants for the removal of toxic metals from contaminated soil. American Association for the advancement of Science, Environment Science and Engineering Fellow. 33p.

LEON, B. 2006. Bombacaceas endémicas en el Perú, Revista El libro rojo de las plantas endémicas en el Perú 13(2) 175s-176s

LOCK, O. 1988. Investigación fitoquímica. Método en el estudio de productos naturales. Perú. 213 p.

LÓPEZ, M. Saponósidos. Revista El Sevier, Vol. 20 N° 6 Jun. 2001. España. 195p

LOPEZ, O. 2011. Desarrollo, Caracterización y aplicación de envases biodegradables a partir de almidón. Argentina. Universidad Nacional de La Plata. Tesis Doctoral de Química. 255 p

LOPRETTI, M. 2017. PPT. Plásticos biodegradables una oportunidad de Mercado Uruguay. Disponible en: <http://www.ciu.com.uy/innovaportal/file/82560/1/biopolimeros.pdf>

MAHECHA, J; TRUJILLO, j; TORRES, M. Contenido de metales pesados en suelo agrícola de la región del Ariari, Departamento del Meta. Orniquia- Vol. 19. N° 1, Año 2015. Colombia

MARTÍ, L; BURBA, J y CAVAGNARO, M. 2002. Metales pesados en fertilizantes fosfatados, nitrogenados y mixtos. Rev. FCA UNCuyo. Tomo XXXIV. N° 2. Año 2002. Mendoza, Argentina.

MATOS, O. (2017) La sociedad de lo descartable y otras vicisitudes del mundo postmoderno. Revista Consensus 22(1). UNIFE. 81p

MEJIA, K 1995. Diagnóstico de Recursos vegetales de la Amazonia peruana; Documento Técnico Nro. 16 IIAP. Iquitos – Perú.

MENÉNEZ, M. 1987. Toxicología del cobre. Toxicología, N° 4: 101-120

Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (2009) Guía de envases y Embalajes. Lima-Perú. Disponible en: <http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/188937685rad66DEB.pdf>

MEZA, P. 2016. Elaboración de bioplásticos a partir de almidón residual obtenido de peladoras de papa y determinación de su biodegradabilidad a nivel de laboratorio. Tesis para obtener el título de Ingeniero Ambiental. Lima- Perú . 103 p.

MOLINA, N; AGUILAR, P; CORDOVEZ, C. 2010. Plomo, cromo III y cromo VI y sus efectos sobre la salud humana. Revista Ciencia y Tecnología para la salud visual y ocular. Vol 8 N°1. España

MONDI, 2018. Technical Data Sheet, Product: Advantage Kraft

MONTENEGRO, M. 2018. Empaques Ecológicos. Revista Industria alimentaria (38) 66. Disponible en: <http://industriaalimentaria.org/ediciones.html>

MONTESINOS, R. 2003. Especificación cromática de gamas de colores usadas en la industria del calzado- Alicante-España. Trabajo de Investigación. 120 p.

MORALES, J. 2010. Introducción a la ciencia y tecnología de los plásticos. Editorial Trillas. España. 294 p

MOSQUERA, J. 2018. Cromo en urgencias toxicológicas. Disponible en: <https://encolombia.com/medicina/guiasmed/u-toxicologicas/cromo/>

MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO, 2018. Disponible en: <http://msi.gob.pe/portal/sostenibilidad/residuos-organicos/>

National Academy of Sciences. Drinking Water and Health. Washington, 1980

NABORS, M. 2006. Introducción a la botánica. Editorial Pearson. España. 366 p

NAVIA,C; ZEMANATE,Y; MORALES,S; PRADO, F; y ALBAN,N. 2013. Evaluación de diferentes formulaciones de compostaje a partir de residuos de cosecha de tomate (*Solanum Lycopersicum*). Revista Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. Edición especial N° 2. Colombia

NYFFELER, R and D. A. BAUM. 2000. Phylogenetic relationships of the durians (*Bombacaceae-Durioneae* or *Malvaceae/ Helicteroideae /Durioneae*) based on chloroplast and nuclear ribosomal DNA sequences. *Plant Systematics and Evolution*, 224 p.

OLIVARES, S. 2013. Niveles de cadmio, plomo, cobre y zinc en hortalizas cultivadas en una zona altamente urbanizada de la ciudad de la Habana, Cuba. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 29 (4) 285-293, 2013

OMS. Directives de Qualité pour L'Eau de Boisson. Vol. 2. Critères d'hygiène et Documentation à l'appui. Genève: OMS, 1986

PAREDES, A. 2011. Estudio de la adsorción de compuestos aromáticos mediante carbon activado preparado a partir de la cascara de castaña. Tesis para optar el Título de Licenciado en Química, Lima – Peru. 118p

PELTONEN, J. 1995. Productos forestales no maderables. *Revista Bosques y Desarrollo.* N° 14 Nov 1995, Perú.

PEÑARRIETA,M. 2014. Phenolic compounds in food

PEREZ-MORALES, G; MORALES,P y HAZA, A. Hidrocarburos aromáticos policíclicos: Toxicidad, Exposición de la población y alimentos implicados. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias* 2016 10(1); 1-15. España

PROEXPANSION, 2018 Disponible en: <http://proexpansion.com/es/pages/acerca-de>

PRTR, 2018. Registro estatal de emisiones y fuentes contaminantes. España

Disponible en: <http://www.prtr-es.es/Fenoles,15658,11,2007.html>

Real Academia Española. 2001. Diccionario de la lengua española. 22nd ed. Madrid-España. Disponible en: <http://lema.rae.es/drae2001/>

OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS, 1990. Association of Official Analytical Chemists. Quinceava Edición. USA.

OMS. 2018. Nota descriptiva- Intoxicación por plomo y salud. Disponible en: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>

PANDURO, N. 2015. Prevalencia del cadmio, plomo y cromo en la biomasa estacional de *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh “camu camu”, en un entisols de Yarinacocha. Revista Científica Big Bang Faustiniiano. Vol. 4. Num 4 (2015). Perú.

PAPANIKOLAOU CN, HATZIDAKI GE, BELIVANIS S, TZANAKAKIS GN, TSATSAKIS MA. Lead toxicity update. A brief review. Med Sci Monit 2005;11: RA329-36. Disponible en: <https://www.medscimonit.com/download/index/idArt/430340>

PARDO, L; MENÉNDEZ, J y GIRAUDO, M. 2011, Envases biodegradables: una necesidad de compromiso. Revista La Alimentación Latinoamericana. N° 292. Argentina.

PASTORIZA, S. 2013. Efecto de la ingesta de compuestos avanzados de la reacción de Maillard sobre el metabolismo gastrointestinal. Tesis Doctoral para optar el grado de Doctor por la Universidad de Granada. España. 153 p .

PEREZ, H. 2010. Evaluación de la hoja del árbol de caulote (*guazuma ulmifolia*) como alimento para humanos. Trabajo para optar al título de Maestría en Nutrición y Alimentación. Guatemala. 44p

PINZON, P. 2018. Métodos de estudio de células y tejidos. Disponible en: <https://prezi.com/bfwk2pyzwuec/metodos-de-estudio-de-celulas-y-tejidos/>

PRIETO, J; GONZÁLES, C; ROMAN, A y PRIETO, F. Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. Revista Tropical and Subtropical Agroecosystem, 10(2009): 29-44. México

QUINTANA, J. 2007. Análisis y diseño de empaques flexibles laminados para envasar alimentos. Trabajo para optar el título de Ingeniero Mecánico. Guayaquil-Ecuador. 249 p

QUIROGA, C. 2011. Recuperación de residuos sólidos con alta concentración de saponinas del proceso de beneficiado en seco de granos de quinua amarga, mediante la aplicación de un lecho fluidizado de tipo surtidor (LFTS). Revista investigación & desarrollo no. 11, vol. 1: 96 – 112 (2011). Bolivia

RAMAKRITINAN, C.M., CHANDURVELAN, R. and KUMARAGURU, A.D. Acute toxicity of metals: Cu, Pb, Cd, Hg and Zn on marine mollusks. *Cerithedia cingulata* G, and *Modiolus philippinarum* H. Indian Journal of Geo-Marine Sciences, 2(1), 2012, p. 141-145.

RAMIREZ, C. 2013. Empaques amigables con el medio ambiente. Universidad de Guayaquil-Ecuador. Tesis para obtener el título de licenciado en la especialización mercadotécnica y publicidad. 113p.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. 2001. Disponible en link : <http://www.rae.es/recursos/diccionarios/diccionarios-antiguos-1726-2001/diccionario-de-la-lengua-espanola-2001>

REDD/CCAD-GIZ (Programa Regional de Reducción de Emisiones de la Degradación y Deforestación de Bosques de Centro América y República Dominicana 2014. Manual de Campo Inventario forestal nacional de Costa Rica. Costa Rica. 76 p.

REYNEL, C. 2003. Árboles útiles de la amazonia peruana y sus usos. Manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. 509p.

RIOS, JL. 2010. Effects of triterpenes on the immune system. ELSEVIER Journal of Ethnopharmacology. Volume 128, issue 1,2 march 2010. pages 1-14

Rios Perez, Doris. Universidad Nacional de Ucayali. 2016. Diagnóstico de cadmio y plomo en hojas de los árboles de *Dipteryx odorata* (aublet). wiiid. (shihuahuaco) con fines de uso como especie sumidero de metales pesados. Tesis de Grado. Perú.

ROBERTS, RH. . Sanidad Alimentaria. Zaragoza: Acribia, 1981

ROJAS, D. 2014. Determinación de la resistencia a la pudrición de la madera de *Matisia cordata Humboldt & Bonpland* “Zapote” procedente de la provincia de padre Abad-Ucayali, al ataque de dos tipos de hongos xilófagos en condiciones in vitro. Pucallpa - Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal 56 p.

RUBIN, I. 2002. Materiales plásticos propiedades y aplicaciones. Editorial Limusa. México. 235 p.

RUIZ, M; PASTOR, K y ACEVEDO, A. 2012. Biodegradabilidad de artículos desechables en un sistema de composta de lombriz. Revista Información Tecnológica Vol. 24(2).2013. México

SANCHEZ, M y CAMPOS, I. (2010) Tecnología de los Materiales Editorial Trillas. México 452 p.

[http://quinua.pe/wpcontent/uploads/2016/09/presentacion\\_ana\\_pastor\\_revoredo\\_de\\_\\_abram.pdf](http://quinua.pe/wpcontent/uploads/2016/09/presentacion_ana_pastor_revoredo_de__abram.pdf)

SHAH, K., NONGKYNRIH, J.M. 2007. Metal hyperaccumulator and bioremediation. *Biologia Plantarum* 51:618-634. Singh, P.K., Tewari, R.K. 2003. Cadmium toxicity induced changes in plant water relations and oxidative.

SHACKLEFORD, J. 2010. Introducción a la ciencia de materiales para ingenieros. Edit. Pearson. Madrid-España. 655p

SEPULVEDA, L y AGUDELO, N. 2012. Pensando la educación ambiental: Aproximaciones históricas a la legislación internacional desde una perspectiva crítica. *Revista Luna Azul* ISSN 1909-2474 n° 35, Julio-Diciembre 2012. Colombia

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO COLOMBIA (2013) Reglamento técnico para utensilios de vidrio y vitrocerámica en contacto con alimentos, utensilios de cerámica empleados en la cocción en contacto con los alimentos y vajillería cerámica de uso institucional que se fabriquen o importen para su comercialización en Colombia.

TAKEUCHI, C. 2014. Caracterización mecánica del Bambu Guadua laminado para uso estructural. Tesis presentada para optar al título de Doctor en Ingeniería Ciencia y Tecnología de Materiales. Bogotá – Colombia. 228 p

TELLEZ, J. 2018. Cromo en urgencias toxicológicas. Disponible en: <https://encolombia.com/medicina/guiasmed/u-toxicologicas/cromo/>

Thai-food Establecimiento Comercial. Reino Unido. 2018 disponible en: <https://www.thai-food-online.co.uk>

TORRES, Rev Cubana Pediatr v.76 n.4 Ciudad de la Habana oct.-dic. 2004.

VILLAVICENCIO, C. 2018. Diseño de modelo de negocios para producir y comercializar platos biodegradables de hojas de plátano. Tesis para obtener el título de ingeniería en marketing y negociación comercial. Guayaquil- Ecuador. 96p

WEAVER, P. 1993. *Tectona grandis* L.f. Teak. SO-ITF-SM-64. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 18 p.

UNAM (2018) Carbohidratos disponible en: [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/CARBOHIDRATOS\\_21119.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/CARBOHIDRATOS_21119.pdf)

Universidad Autónoma Metropolitana, 2018 Disponible en: [http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/pmgalo/06\\_Grupos\\_funcionales.pdf](http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/pmgalo/06_Grupos_funcionales.pdf)

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA, 2003. Manual de Consulta rápida de los Instrumentos del Laboratorio. 21 p.

USEPA (1996) Soil screening guidance: technical background document. EPA/540/ R-95/128. Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, DC, p A-5.

UNED (2018) La composición de los alimentos: Proteínas Disponible en: [https://www2.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica-l/guia/guia\\_nutricion/compo\\_proteinas.htm](https://www2.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica-l/guia/guia_nutricion/compo_proteinas.htm)

VALDÉS, B. 2018. Verbenaceae. Disponible en:  
<https://www.floravascular.com/index.php?division=Magnoliophyta>

ZUÑIGA, C. 2012. Aplicación de la dendrocronología para evaluar la influencia de la precipitación y la temperatura en el crecimiento de *Tectona grandis L.f* procedente del fundo Génova. Lima - Perú. UNALM. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. 80 p.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1: COORDENADAS GPS DE LOS INDIVIDUOS SELECCIONADOS PARA LA ESPECIE ZAPOTE

PUNTOS	DESCRIPCIÓN	CUADRÍCULA	COORDENADAS	
1	ZAPOTE	18L	288014	8664022
2	ZAPOTE	18L	461372	8773363

### ANEXO 2: COORDENADAS GPS DE LOS INDIVIDUOS SELECCIONADOS PARA LA ESPECIE TECA

PUNTOS	DESCRIPCIÓN	CUADRÍCULA	COORDENADAS	
3	TECA	18L	461447	8773393
4	TECA	18L	461374	8773364
5	TECA	18L	461400	8773368
6	TECA	18L	462428	8773229
7	TECA	18L	462118	87733397
8	TECA	18L	462009	8773330
9	TECA	18L	461565	8773386
10	TECA	18L	461544	8773384
11	TECA	18L	461455	8773405
12	TECA	18L	469591	8660747
13	TECA	18L	467962	8663930
14	TECA	18L	467959	8663934

### **ANEXO 3: COORDENADAS GPS DE LOS INDIVIDUOS SELECCIONADOS PARA LA ESPECIE PINO CHUNCHO**

<b>PUNTOS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CUADRICULA</b>	<b>COORDENADAS</b>	
1	PINO CHUNCHO	18 L	461428	8773454
2	PINO CHUNCHO	18 L	461435	8773523
3	PINO CHUNCHO	18 L	461489	8773384
4	PINO CHUNCHO	18 L	461523	8773405

### **ANEXO 4: PROCESO DE ELABORACIÓN DE CARTÓN**

#### *Acondicionamiento de material leñoso*

Se pesó el material leñoso con 5% de hidróxido de sodio por 24 horas, luego se lavó y pesaron las astillas lavadas con abundante agua..

#### *Desfibrado*

Luego de seleccionar el material vegetal, se procedió a desfibrar la madera de “pino chuncho” -a manera de astillas- en la máquina de desfibrador (desfibrador de discos Bauer 12 pulg., 30 HP)

#### *Formación de hojas*

Una vez obtenida la pulpa de pino chuncho se lleva a la formadora de papel, donde se aplica colofonia (resina solida de origen natural), como agente de encolado, el cual le confiere propiedades de resistencia a la penetración. Se obtienen de este proceso una serie de unidades de cartón húmedo de pino chuncho.

#### *Prensado y secado*

Se colocan bajo la prensa 10 unidades de carton húmedo, aplicando una presión manométrica de  $4,2 \text{ kg/cm}^2$  x 7 min, y se retiran, repitiéndose la operación cinco veces más; luego se procedió a separar con secantes y colocar los cartones en aros de secado al aire, por 24 horas; finalmente, se retiran las muestras.

Luego de la obtención del cartón de pino chuncho, se realizaron los ensayos físico mecánicos de espesor gramaje, color y rigidez. Para calcular su rendimiento se pesaron 2 kilogramos

de material leñoso, aprovechándose un promedio de 1600 gramos del material leñoso para la obtención de los cartones, correspondiente al 80%, con un peso unitario promedio de 2 gramos cada uno.

#### ANEXO 5: Analisis de Variancia

<i>Prueba</i>	<i>Supuestos</i>				<i>Comparación de medias</i>		
	<i>Normalidad del error</i>		<i>Homocedasticidad</i>		<i>Estadístico</i>	<i>Valor</i>	<i>p-valor</i>
	<i>W</i>	<i>p-valor</i>	<i>Chi-cuadrado</i>	<i>p-valor</i>			
Gramaje en platos	0.97	0.36	3.21	0.07	F – Fisher (ANOVA)	10.37	0***
Espesor de platos	0.83	0	43.81	0	Chi - cuadrado de Kruskal-Wallis	31.17	0***
Absorción de agua	0.87	0	17.97	0	Chi - cuadrado de Kruskal-Wallis	37.45	0***
Gramaje cartón	0.86	0	2.82	0.09	Mann Whitney	28	0***
Espesor cartón	0.71	0	11.4	0	Mann Whitney	5.5	0***
Espesor de hojas	0.74	0	0.51	0.47	Chi - cuadrado de Kruskal-Wallis	5.15	0.07 <sup>ns</sup>
Gramaje de hojas	0.95	0.07	0.24	0.61	F – Fisher (ANOVA)	41.89	0***
Rigidez	0.95	0.06	0.09	0.76	F – Fisher (ANOVA)	13.16	0***
Resist. a la grasa	0.98	0.86	0.3	0.59	t - Student	-3.062	0***

### ANEXO 6: ANVA DE GRAMAJE DE HOJAS

Analysis of Variance Table						
Response: gramaje						
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
trat	2	37750	18874.9	41.889	9.921e-11	***
Residuals	42	18925	450.6			
---						
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1						

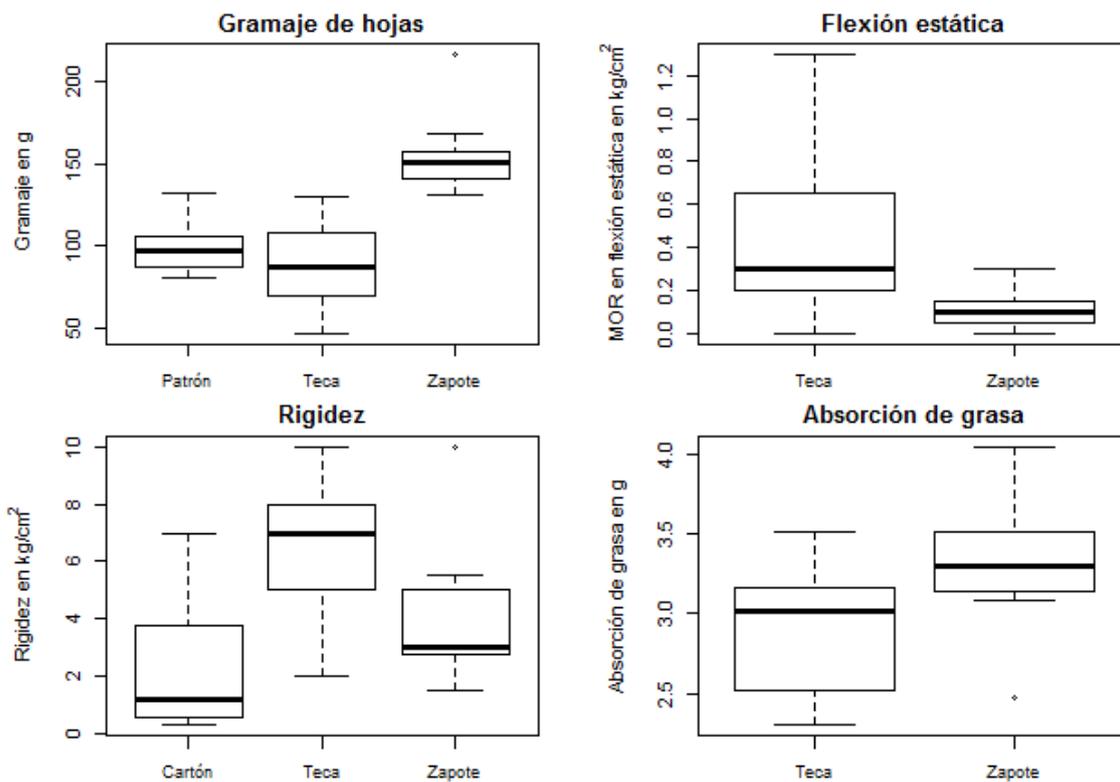
### ANEXO 7: ANVA DE GRAMAJE DE PLATOS

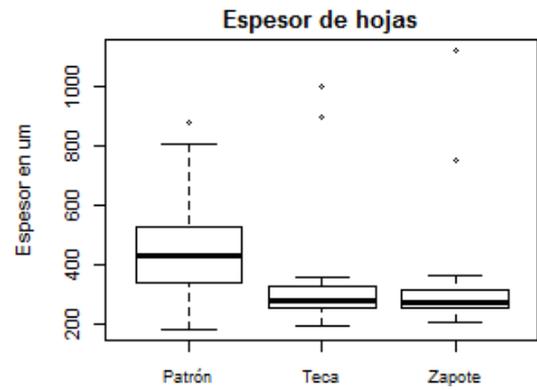
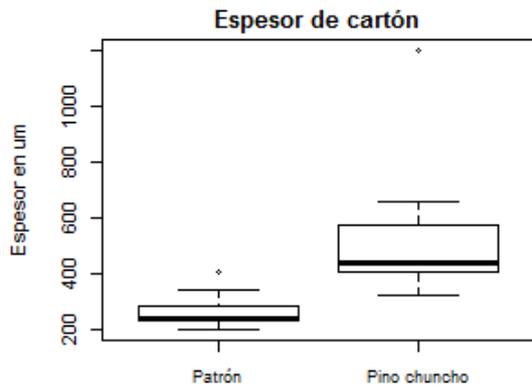
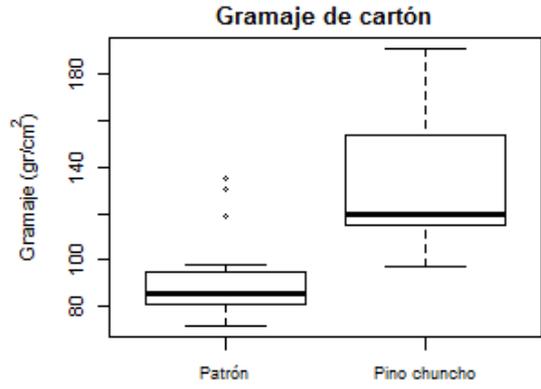
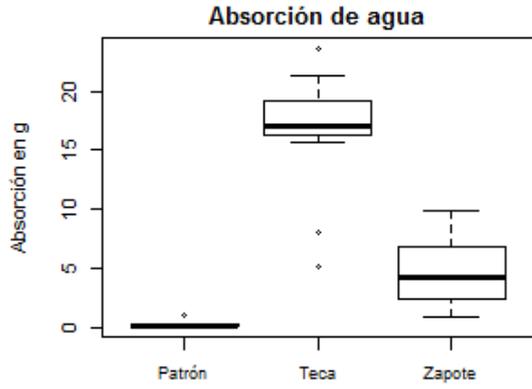
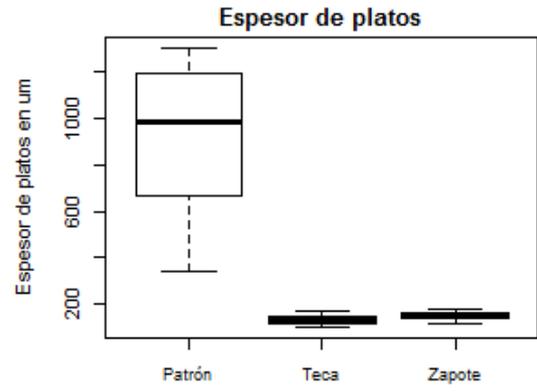
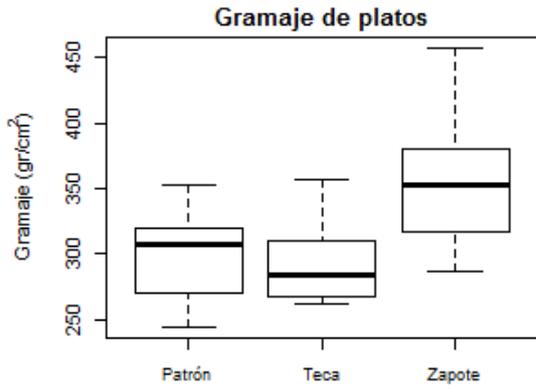
Analysis of Variance Table						
Response: gramaje						
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
trat	2	30226	15113	10.373	0.0002183	***
Residuals	42	61194	1457			
---						
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1						

### ANEXO 8: ANVA DE RIGIDEZ

Analysis of Variance Table						
Response: rigidez						
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
trat	2	136.69	68.345	13.166	3.64e-05	***
Residuals	42	218.02	5.191			
---						
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1						

**ANEXO 9: GRÁFICOS DE CAJAS PARA ESPECIES ZAPOTE, TECA Y CARTÓN, SIENDO LAS VARIABLES ESPESOR, GRAMAJE, ABSORCIÓN DE AGUA, RESISTENCIA A LA GRASA y RÍGIDEZ.**



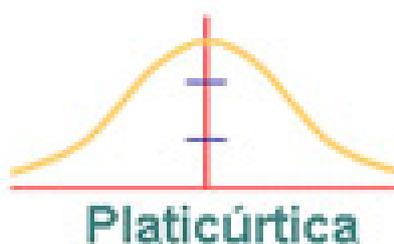


**ANEXO 10: ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS PARA ESPECIE ZAPOTE Y TECA, TENIENDO COMO VARIABLES GRAMAJE, ESPESOR, RESISTENCIA A LA GRASA, ABSORCIÓN DE AGUA Y RIGIDEZ.**

Estadísticos descriptivos de gramaje de hojas de teca y zapote

	<b>TECA_GRAMAJE</b>	<b>ZAPOTE_GRAMAJE</b>
<b>Valid</b>	15	15
<b>Missing</b>	0	0
<b>Median</b>	873,670	1,507,880
<b>Std. Deviation</b>	2,600,782	2,059,152
<b>Variance</b>	676,407	424,011
<b>Skewness</b>	,145	2,157
<b>Std. Error of Skewness</b>	,580	,580
<b>Kurtosis</b>	-1,166	6,189
<b>Std. Error of Kurtosis</b>	1,121	1,121
<b>Minimum</b>	46,68	131,20
<b>Maximum</b>	130,38	217,02
<b>Percentiles</b>	<b>25</b>	688,170
	<b>50</b>	873,670
	<b>75</b>	1,117,040

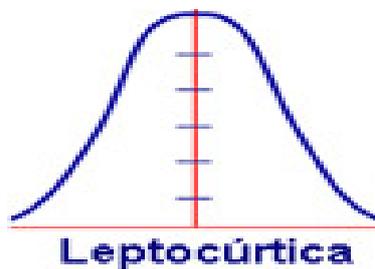
Para el gramaje, en las hojas de teca tiene una “curtosis negativa”, una curtosis negativa indica una distribución relativamente más achatada, será platicúrtica.



Estadísticos descriptivos del espesor de hojas de teca y zapote

	<b>TECA_ESPESOR</b>	<b>ZAPOTE_ESPESOR</b>
<b>Valid</b>	15	15
<b>Missing</b>	0	0
<b>Median</b>	2,750,000	2,710,000
<b>Std. Deviation</b>	24,036,653	24,639,602
<b>Variance</b>	57,776,067	60,711,000
<b>Skewness</b>	2,289	2,655
<b>Std. Error of Skewness</b>	,580	,580
<b>Kurtosis</b>	4,160	6,860
<b>Std. Error of Kurtosis</b>	1,121	1,121
<b>Minimum</b>	195,00	202,00
<b>Maximum</b>	1000,00	1120,00
<b>Percentiles</b>		
	<b>25</b>	2,450,000
	<b>50</b>	2,750,000
	<b>75</b>	3,300,000

Tal como se ve en la curva del centro, con relación a la normal; será leptocúrtica.



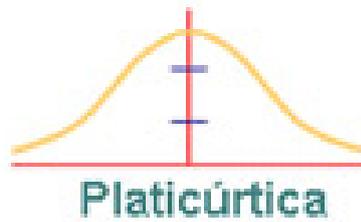
Estadísticos descriptivos del gramaje en plato de hojas de teca y zapote

	GRAMAJE_TECA_PLATO	GRAMAJE_ZAPOTE_PLATO
<b>Valid</b>	15	15
<b>Missing</b>	0	0
<b>Median</b>	2,841,630	3,526,420
<b>Std. Deviation</b>	3,157,347	4,724,163
<b>Variance</b>	996,884	2,231,771
<b>Skewness</b>	,923	,500
<b>Std. Error of Skewness</b>	,580	,580
<b>Kurtosis</b>	-,447	,209
<b>Std. Error of Kurtosis</b>	1,121	1,121
<b>Minimum</b>	262,44	286,92
<b>Maximum</b>	356,96	457,13
<b>Percentiles</b>		
<b>25</b>	2,677,920	3,106,790
<b>50</b>	2,841,630	3,526,420
<b>75</b>	3,217,670	3,830,790

Se muestra una curva asimétrica con Skewness positiva, lo que nos indica que los valores tienden a reunirse en la zona de los valores menores a la media.



una curtosis negativa indica una distribución relativamente más achatada, será platicúrtica.



Estadísticos descriptivos del espesor de plato de hojas de teca y zapote

	<b>ESPESOR_TECA_PLATO</b>	<b>ESPESOR_ZAPOTE_PLATO</b>
<b>Valid</b>	15	15
<b>Missing</b>	0	0
<b>Median</b>	1,350,000	1,540,000
<b>Std. Deviation</b>	1,998,380	1,916,718
<b>Variance</b>	399,352	367,381
<b>Skewness</b>	,388	-,239
<b>Std. Error of Skewness</b>	,580	,580
<b>Kurtosis</b>	-,442	-,833
<b>Std. Error of Kurtosis</b>	1,121	1,121
<b>Minimum</b>	105,00	121,00
<b>Maximum</b>	172,00	180,00
<b>Percentiles</b>		
<b>25</b>	1,200,000	1,370,000
<b>50</b>	1,350,000	1,540,000
<b>75</b>	1,480,000	1,620,000

Indica que una curtosis negativa indica una distribución relativamente más achatada, será platicúrtica.

Estadísticos descriptivos de la absorción de agua de hojas de teca y zapote

	<b>ABSORCION_AGUA_TECA</b>	<b>ABSORCION_AGUA_ZAPOTE</b>
<b>Valid</b>	15	15
<b>Missing</b>	0	0
<b>Median</b>	170,100	42,000
<b>Std. Deviation</b>	469,670	286,286
<b>Variance</b>	22,059	8,196
<b>Skewness</b>	-1,354	,325
<b>Std. Error of Skewness</b>	,580	,580
<b>Kurtosis</b>	2,255	-1,165
<b>Std. Error of Kurtosis</b>	1,121	1,121
<b>Minimum</b>	5,20	,88
<b>Maximum</b>	23,68	9,92
<b>Percentiles</b>		
<b>25</b>	163,100	20,540
<b>50</b>	170,100	42,000
<b>75</b>	194,500	73,600

Estadísticos descriptivos de flexión de hojas de teca y zapote

	<b>RIGIDEZ_HOJA_TECA</b>	<b>RIGIDEZ_HOJA_ZAPOTE</b>
<b>Valid</b>	15	15
<b>Missing</b>	0	0
<b>Median</b>	,3000	,1000
<b>Std. Deviation</b>	,39060	,08837
<b>Variance</b>	,153	,008
<b>Skewness</b>	1,229	,574
<b>Std. Error of Skewness</b>	,580	,580
<b>Kurtosis</b>	,527	,091
<b>Std. Error of Kurtosis</b>	1,121	1,121
<b>Minimum</b>	,00	,00
<b>Maximum</b>	1,30	,30
<b>Percentiles</b>		
<b>25</b>	,2000	,0000
<b>50</b>	,3000	,1000
<b>75</b>	,5000	,2000

Estadísticos descriptivos de resistencia a la grasa de hojas de teca y zapote

	<b>RESIST_GRASA_TECA</b>	<b>RESIST_GRASA_ZAPOTE</b>
<b>Valid</b>	15	15
<b>Missing</b>	0	0
<b>Median</b>	30,200	33,000
<b>Std. Deviation</b>	,39799	,34549
<b>Variance</b>	,158	,119
<b>Skewness</b>	-,193	-,316
<b>Std. Error of Skewness</b>	,580	,580
<b>Kurtosis</b>	-1,474	2,522
<b>Std. Error of Kurtosis</b>	1,121	1,121
<b>Minimum</b>	2,30	2,47
<b>Maximum</b>	3,52	4,05
<b>Percentiles</b>		
<b>25</b>	24,700	31,400
<b>50</b>	30,200	33,000
<b>75</b>	31,700	35,200

Estadísticos descriptivos de rigidez de plato en hojas de teca, zapote y pulpa

	<b>PULPA_PLATO</b>	<b>TECA_PLATO</b>	<b>ZAPOTE_PLATO</b>
<b>Valid</b>	15	15	15
<b>Missing</b>	0	0	0
<b>Median</b>	12,000	70,000	30,000
<b>Std. Deviation</b>	229,579	242,752	209,989
<b>Variance</b>	5,271	5,893	4,410
<b>Skewness</b>	1,088	-,290	1,851
<b>Std. Error of Skewness</b>	,580	,580	,580
<b>Kurtosis</b>	-,334	-,716	4,644
<b>Std. Error of Kurtosis</b>	1,121	1,121	1,121
<b>Minimum</b>	,30	2,00	1,50
<b>Maximum</b>	7,00	10,00	10,00
<b>Percentiles</b>			
<b>25</b>	,5000	50,000	25,000
<b>50</b>	12,000	70,000	30,000
<b>75</b>	50,000	80,000	50,000

# ANEXO 11: ANÁLISIS PROXIMAL DE ZAPOTE



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS  
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



## INFORME DE ENSAYOS

N° 007291 - 2017

**SOLICITANTE** : TANIA CHACÓN PAGÁN  
**DIRECCIÓN LEGAL** : RECAVARREN N° 1311 - 202 DAMMERT MUELLE - SURQUILLO  
: RUC: 08887971 Teléfono: 997150087  
**PRODUCTO** : SAPOTE DE SELVA  
**NÚMERO DE MUESTRAS** : Uno  
**IDENTIFICACIÓN/MTRA.** : S.I  
**CANTIDAD RECIBIDA** : 769,4 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.  
**MARCA(S)** : S.M  
**FORMA DE PRESENTACIÓN** : A Granel, las muestras ingresan en bolsa plástica abierta.  
**SOLICITUD DE SERVICIO** : S/S N°EN-004350 -2017  
**REFERENCIA** : PERSONAL  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 18/08/2017  
**ENSAYOS SOLICITADOS** : FÍSICO/QUÍMICO  
**PERÍODO DE CUSTODIA** : No aplica

### RESULTADOS :

#### ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- Cenizas (g / 100 g de muestra original)	12,5
2.- Humedad (g / 100 g de muestra original)	11,3
3.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	76,9
4.- % Kcal. proveniente de Grasa	6,5
5.- % Kcal. proveniente de Proteínas	16,6
6.- Proteína Cruda(g / 100 g de muestra original) (Factor: 6,25)	13,1
7.- Grasa(g / 100 g de muestra original)	2,3
8.- Carbohidratos(g / 100 g de muestra original)	60,8
9.- Energía(Kcal / 100 g de muestra original)	316,3
10.- Mercurio *(mg / kg de muestra original)	No detectable
11.- Arsénico *(mg / kg de muestra original)	No detectable

#### MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

- 1.- AOAC 930.05 Cap. 3, Pág. 1, 20th Edition 2016
- 2.- AOAC 930.04 Cap. 3, Pág. 1, 20th Edition 2016
- 3.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 4.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 5.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 6.- AOAC 978.04(A) Cap. 3, Pág. 28, 20th Edition 2016
- 7.- AOAC 930.09 Cap. 3, Pág. 28, 20th Edition 2016
- 8.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
- 9.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 10.- Métodos Oficiales de los Alimentos A. Madrid Vicente 1994

Libros AOAC  
de Métodos  
↳

CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS N° 007291 - 2017

Pág 1/2

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú  
Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794  
E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total



## INFORME DE ENSAYOS

N° 007291 - 2017

11.- AOAC 975.03 Cap. 3, Pág. 5-6, 20th Edition 2016 / AOAC 920.205 Cap. 11, Pág. 25, 20th Edition 2016

Observaciones: (\*) Límite de detección: Mercurio: 0,005 mg/kg; Arsénico: 0,1 mg/kg

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 18/08/2017 Al 28/08/2017.

### ADVERTENCIA :

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.
- 4.- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA

La Molina, 28 de Agosto de 2017



Ing. Mg. Sc. Cecilia Alegría Arnedo  
DIRECTORA TÉCNICA  
CIP: N° 195515

## ANEXO 12: ANÁLISIS PROXIMAL DE TECA



### LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

*Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos*



#### INFORME DE ENSAYOS

N° 007290 - 2017

**SOLICITANTE** : TANIA CHACÓN PAGÁN  
**DIRECCIÓN LEGAL** : RECAVARREN N° 1311 - 202 DAMMERT MUELLE - SURQUILLO  
**RUC** : 08887971 **Teléfono** : 997150087  
**PRODUCTO** : TECA  
**NÚMERO DE MUESTRAS** : Uno  
**IDENTIFICACIÓN/MTRA.** : S.I  
**CANTIDAD RECIBIDA** : 716,1 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.  
**MARCA(S)** : S.M  
**FORMA DE PRESENTACIÓN** : A Granel, las muestras ingresan en bolsa plástica abierta.  
**SOLICITUD DE SERVICIO** : S/S N°EN-004350 -2017  
**REFERENCIA** : PERSONAL  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 18/08/2017  
**ENSAYOS SOLICITADOS** : FÍSICO/QUÍMICO  
**PERÍODO DE CUSTODIA** : No aplica

#### RESULTADOS :

**ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :**

**ALCANCE :** N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- Cenizas (g / 100 g de muestra original)	10,8
2.- Humedad (g / 100 g de muestra original)	11,4
3.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	79,2
4.- % Kcal. proveniente de Grasa	5,3
5.- % Kcal. proveniente de Proteínas	15,5
6.- Proteína Cruda(g / 100 g de muestra original) (Factor: 6,25)	12,4
7.- Grasa(g / 100 g de muestra original)	1,9
8.- Carbohidratos(g / 100 g de muestra original)	63,5
9.- Energía(Kcal / 100 g de muestra original)	320,7
10.- Mercurio *(mg / kg de muestra original)	No detectable
11.- Arsénico *(mg / kg de muestra original)	No detectable

#### MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

- 1.- AOAC 930.05 Cap. 3, Pág. 1, 20th Edition 2016
- 2.- AOAC 930.04 Cap. 3, Pág. 1, 20th Edition 2016
- 3.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 4.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 5.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 6.- AOAC 978.04(A) Cap. 3, Pág. 28, 20th Edition 2016
- 7.- AOAC 930.09 Cap. 3, Pág. 28, 20th Edition 2016
- 8.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
- 9.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 10.- Métodos Oficiales de los Alimentos A. Madrid Vicente 1994

CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS N° 007290 - 2017

Pág 1/2

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú  
 Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794  
 E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total



## INFORME DE ENSAYOS

N° 007290 - 2017

11.- AOAC 975.03 Cap. 3, Pág. 5-6, 20th Edition 2016 / AOAC 920.205 Cap. 11, Pág. 25, 20th Edition 2016

Observaciones: (\*) Límite de detección: Mercurio: 0,005 mg/kg; Arsénico: 0,1 mg/kg

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 18/08/2017 Al 28/08/2017.

### ADVERTENCIA :

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.
- 4.- Este documento no se emite sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA

La Molina, 28 de Agosto de 2017



Ing. Mg. Sc. Cecilia Alejandra Arnedo  
DIRECTORA TÉCNICA  
CIP N° 185517

## ANEXO 13: DETERMINACIÓN DE GRASAS



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Laboratorio de Análisis de Físico Químico de Alimentos

INFORME DE ENSAYOS N° 21 LAFQA-30- 03-07-2018

Producto : Hojas de Zapote y Teca  
Marca : s/m  
Identificación de muestra : s/i  
Número de muestras : 02  
Cantidad recibida : 200 g  
Forma de presentación : 01 bolsa roja simple  
Fecha de recepción : 26/06/2018  
Ensayo solicitado : Determinación de Grasa Bruta

### Resultados:

Ensayos en Base Húmeda	Resultados	
	Hojas de Zapote	Teca
Determinación de Grasa Bruta	2.44 %	4.48 %

Métodos utilizados en el laboratorio:

- Determinación de Grasa Bruta según el método AOAC 948.16

### Observaciones:

- El muestreo, las condiciones de muestreo hasta su ingreso a los Laboratorios de Análisis Físico-Químico de Alimentos -FIAL-UNALM son de responsabilidad del solicitante
- Los resultados son válidos sólo para la cantidad recibida

La Molina, 03 de julio del 2018

Ing. Gabriela Cristina Chiré Fajardo  
Jefe del Laboratorio de Análisis  
Físico-Químico de Alimentos  
FIAL-UNALM



## ANEXO 14: ANÁLISIS DE METALES PESADOS



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN FOLIAR

SOLICITANTE : TANIA CHACÓN PAGAN  
PROCEDENCIA : JUNIN/ CHANCHAMAYO  
MUESTRA : HOJAS DE ARBOL  
REFERENCIA : H.R. 60125  
BOLETA : 684  
FECHA : 29/08/2017

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	Zn ppm	Cu ppm
6334	Soporte 11-05-17	16	7
6335	Teca	18	6



Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN FOLIAR

SOLICITANTE : TANIA CHACÓN PAGAN  
PROCEDENCIA : JUNÍN/ CHANCHAMAYO  
MUESTRA : HOJAS DE ARBOL  
REFERENCIA : H.R. 59857  
BOLETA : 645  
FECHA : 17/08/2017

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	Pb ppm	Cd ppm	Cr ppm
5115	Sapote, 11-05-2017	9.32	0.79	8.38
5116	Teca	3.62	0.70	6.55

  
Miryady Garcia Bendezi  
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe