



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA**

**ESTUDIO DE LA GENERACIÓN Y MANEJO DE LOS RESIDUOS DE LA  
COMERCIALIZACIÓN DE COCO EN EL MUNICIPIO DE XOXOCOTLA,  
MORELOS.**

**T E S I N A**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
ESPECIALISTA EN GESTIÓN INTEGRAL  
DE RESIDUOS**

**P R E S E N T A:**

**BIOL. NOHEMÍ EUNICE ARRIETA AGUILAR**

**DIRECTOR: DR. ALEXIS JOAVANY RODRÍGUEZ SOLÍS**

**CUERNAVACA, MORELOS**

**ABRIL DE 2019**

## Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) le agradezco la beca recibida durante la especialidad con número de CVU 527190, ya que por medio este apoyo me fue posible complementar mi formación académica, crecer como estudiante y así mismo como persona.

Agradezco enormemente al doctor Alexis J. Rodríguez, director de esta tesina, por su dedicación y esfuerzo, por brindarme sus aportaciones, experiencia y conocimientos para enriquecer este trabajo. A la doctora Laura Ortiz y el maestro Julio Lara por sus contribuciones y enseñanzas, y además al Centro de Investigación en Biotecnología (CEIB).

Doy gracias a Dios por haberme permitido concluir esta nueva etapa de mi preparación profesional, por concederme poder tener nuevas experiencias, aprendizajes, compañeros y maestros.

A mi hijo Manu, por ser una gran chispa de alegría en mi vida, por ser mi fuente de motivación, inspiración y fortaleza. Porque además de ser este periodo un momento de aprendizaje académico también para mí lo fue de comprensión personal y emocional a tu lado, ya que me enseñas como cada día se pueden superar obstáculos, a dar siempre lo mejor de mí, a recibir el día con una sonrisa, a disfrutar hasta los más pequeños detalles, olvidar el que dirán... sin duda eres mi mejor maestro de vida.

A Manolo por acompañarme durante este trayecto siendo mi más grande apoyo, por sus ánimos y esfuerzo para poder equilibrar las responsabilidades, ya que este logro no hubiera sido posible sin el gran trabajo en equipo que hemos conformado.

Agradezco enormemente a mi familia que siempre ha confiado en mí y me demuestra día con día su apoyo: a mis papás Nohemí y Gerardo, por brindarme siempre lo que consideraron mejor, por ser mi ejemplo a seguir para salir adelante ante cualquier adversidad; a mis hermanas Karen y Rocío por estar siempre presentes en mi vida con sus porras y entusiasmo, sus consejos y apoyo incondicional, a mis abuelitos Bety y Poncho por mantener una enorme fe en mis capacidades, demostrando su cariño a pesar de todo; a mi suegra Martina y a mi tía Imelda por ayudarme en cada momento para poder atravesar esta etapa a pesar de los difíciles obstáculos que se presentaron. A mis cuñados Estefany, Yucet e Iván por sus buenos consejos y buena actitud ante la vida.

A mis maestros y compañeros que estuvieron involucrados en esta etapa y que contribuyeron de gran manera a mi formación profesional.

## Resumen

El agua de coco se consume a gran medida como una bebida refrescante, sin embargo, como consecuencia de su comercialización se generan residuos orgánicos que, por lo general, son considerados “basura”. Estos residuos son susceptibles a ser valorizados y aprovechados, por lo que en el presente trabajo se realiza un primer acercamiento a la estimación de la generación de cáscara de coco y el manejo que le confieren los comerciantes de este fruto en el municipio de Xoxocotla y sus alrededores. La investigación fue realizada bajo el método descriptivo, sustentada en la búsqueda bibliográfica, con un enfoque cuantitativo apoyado por la aplicación de encuestas para la recolección de datos. La aplicación del instrumento reveló que los comerciantes mayoristas del municipio de Xoxocotla transfieren sus residuos a terceros, mientras que el 92% de los comerciantes minoristas, que ofrecen el coco en 11 municipios colindantes con Xoxocotla, disponen de sus residuos a través del servicio municipal de recolección, por lo tanto 445 toneladas al año de cáscara de coco son enviadas a disposición final junto con los Residuos Sólidos Urbanos (RSU). El 58% de los comerciantes minoristas generan aproximadamente 158 kg de residuos por semana, lo que equivale a más de 8.2 toneladas de residuos de coco por comerciante al año.

**Palabras clave:** Cáscara de coco, Residuos agroindustriales, Residuos de Manejo Especial, Aprovechamiento.

## **Abstract**

Coconut water is consumed to a great extent as a refreshing drink, however, as a consequence of this commercialization, organic waste is generated that, in general, is considered as "garbage". These residues are susceptible to be valued and harnessed, so this work makes a first approach to the estimation of the generation of coconut husk and the management conferred by the merchants of this fruit in the municipality of Xoxocotla and surroundings. The research was carried out under the descriptive method, based on the bibliographic search, with a quantitative approach supported by the application of surveys for data collection. The application of the instrument revealed that the wholesale merchants of the municipality of Xoxocotla transfer the waste to third parties, while 92% of the retailers, which offer the coconut in 11 municipalities near to Xoxocotla, dispose of their waste through the municipal service of collection, therefore around 445 tons of coconut husk are sent to final disposal along with the Urban Solid Waste. 58% of the retailers generate approximately 158 kg of waste per week, which is equivalent to more than 8.2 tons of coconut waste per merchant per year.

**Key words:** Coconut husk, agroindustrial waste, Special handling waste, harness.

## Índice

I. Marco referencial.....	1
I.1. Cocotero .....	1
I.1.1. Características del cocotero .....	1
I.1.2. Variedades de cocotero .....	1
I.2. Coco .....	3
I.2.1. Producción de coco.....	3
I.2.2. Características del fruto coco .....	5
I.3. Cáscara de coco .....	6
I.3.1. Características de la fibra de coco.....	7
I.3.2. Tipos de fibra de coco.....	7
I.3.3. Aplicaciones de la fibra de coco.....	8
I.4. Residuos .....	11
I.4.1. Definición de residuo .....	11
I.4.2. Estrategias para la reducción de residuos .....	12
I.4.3. Generación de residuos en Morelos .....	14
I.4.4. Residuos de manejo especial. ....	15
I.4.5. Problemática del manejo de los Residuos de Manejo Especial. ....	16
II. Planteamiento del problema .....	17
III. Estado del arte.....	20
IV. Justificación .....	24
V. Objetivos .....	25
V.1. Objetivo general .....	25
V.2. Objetivos específicos.....	25
VI. Materiales y métodos .....	26
VI.1. Delimitación.....	26
VI.2. Tipo de investigación .....	26
VI.3. Enfoque de la investigación .....	27
VI.4. Técnicas de recolección de datos empleadas .....	27
VI.4.1. Revisión de fuentes documentales .....	27
VI.4.2. Encuesta.....	28
VI.5 Estimación de la generación de residuo .....	30

VI.6 Identificación de medidas de manejo del residuo .....	31
VII. Resultados.....	33
VII.1. Resultados obtenidos mediante el instrumento.....	33
VII.1.1. Comercios mayoristas .....	33
VII.1.2. Comerciantes minoristas .....	34
VII.2. Generación de residuos .....	41
VII.3. Medias de manejo actual del residuo .....	44
VII.4. Alternativas para el aprovechamiento de la cáscara de coco.....	45
VIII. Principales hallazgos .....	47
IX. Conclusiones y recomendaciones.....	49
Trabajos citados.....	52
Anexos.....	62

## Índice de figuras

Figura 1. Países productores de coco .....	3
Figura 2. Partes del coco .....	6
Figura 3. Aplicaciones de la fibra de coco.....	9
Figura 4 Ubicación del municipio de Xoxocotla. ....	28

## Índice de tablas

Tabla 1. Producción de coco fruta .....	4
Tabla 2. Empresas que utilizan la cáscara de coco en México.....	10
Tabla 3. Peso promedio de la cáscara de coco por unidades.....	31
Tabla 4. Unidades de fruto coco manejados por comerciante.....	42

## Índice de gráficas

Gráfica 1. Experiencia en el comercio mayorista .....	33
Gráfica 2. Destino conferido a la cáscara.....	34
Gráfica 3 Municipio en donde los minoristas comercializan el coco. ....	35
Gráfica 4 Piezas compradas a la semana.....	36
Gráfica 5. Tiempo que pasar para surtir.....	36
Gráfica. 6 Uso de coco.....	37
Gráfica 7. Destino de los residuos de coco.....	37
Gráfica 8. Intervalo de recolección municipal. ....	38
Gráfica 9 Existe problema con la recolección municipal.....	38
Gráfica 10. Existencia de problemática en la recolección por municipio. ....	39
Gráfica 11. Problema de recolección municipal. ....	40
Gráfica 12. Conocimiento del aprovechamiento de la cáscara de coco. ....	40

Gráfica 13. Forma de aprovechamiento para la cáscara de coco. ....	41
Gráfica 14. Cantidades de coco comercializados por municipio .....	43

## **I. Marco referencial**

### **I.1. El cocotero**

#### **I.1.1. Características del cocotero**

El cocotero es uno de los árboles más útiles en el mundo, razón por la cual se le llama también árbol de la vida o árbol de los mil usos. Sus partes, desde madera, hojas, raíces y frutos son empleados para muy diversos fines por el hombre. *Cocos nucifera* L. pertenece a la familia *Arecaceae*, que comprende un solo género. Se encuentra ampliamente distribuido en islas y zonas costeras entre los trópicos de Cáncer y Capricornio, donde representa una importante fuente primaria de alimento, bebida y de abrigo (Allen, 2002; Limones & Fernández, 2016).

Esta planta requiere de 1,270 a 2,250 mm de lluvia promedio por año, después de 5 o 7 años produce sus primeras inflorescencias en el eje de cada hoja la cual produce flores masculinas y femeninas por lo que puede reproducirse por sí misma o por polinización cruzada (Parrotta, 1993). En las condiciones adecuadas cada palma puede llegar a producir un aproximado de 100 semillas por año, acumulando cocos en diferentes estados de madurez. El fruto está cubierto de un grueso manto fibroso, que le permite caer de la palma sin dañarse. La germinación ocurre en un periodo de tres a siete meses, durante el cual permite que la semilla sea transportada. La bondad de este producto radica en los muchos usos de todas las partes de la palma: alimento, generación de energía y protección (Flores, 2006).

#### **I.1.2. Variedades de cocotero**

Existen diferentes teorías del origen y dispersión del cocotero, la más aceptada considera que el cocotero fue domesticado en Asia de una especie silvestre “madre”

con similitudes al cocotero actual, pero con un tamaño de fruta muy pequeña, la cual ha mejorado sus características gracias a la domesticación y diseminación por el hombre, al ser desplazada de un lugar a otro por antiguos viajeros. Debido a esto la palma de coco pudo mantener sus posibilidades de desarrollo ante la competencia con otras especies vegetales en un estrecho hábitat establecido por las márgenes de las costas. Este proceso de supervivencia y crecimiento, favoreció el desarrollo de las características y atributos que hoy conocemos de la palma. Los atributos satisfacen necesidades del hombre tales como: incremento en el número de frutos (50-100 por año), aumento en tamaño del coco (1-2 kg), concha delgada, mayor cavidad de la nuez, mesocarpio ancho (70% del peso), más carne (200-300 g) (Flores, 2006).

A raíz de la domesticación se obtuvieron variedades de cocotero destinadas a la producción de frutos con características para diferentes aprovechamientos. Por lo general las variedades de *Cocos nucifera* L. se dividen de manera práctica en dos categorías: cocoteros gigantes o por algunos autores llamadas variedades altas y cocoteros enanos. Las variedades gigantes se emplean generalmente para la producción de aceite y los frutos para consumo fresco. Su contenido de agua es elevado y su sabor poco dulce. Entre sus ventajas destacan el tamaño del fruto y el contenido elevado de copra (núcleo de coco al que se le ha quitado la corteza, cortado y secado con calor).

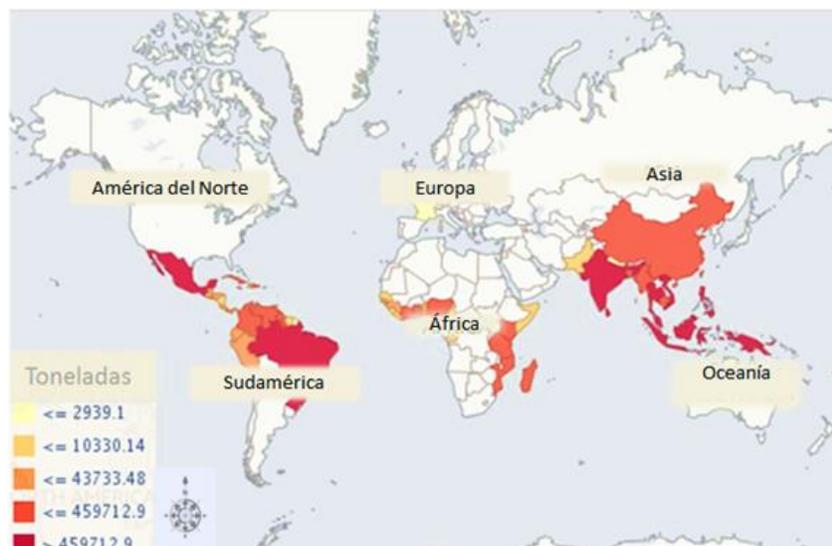
En el mundo existen 77 variedades de cocoteros altos y 17 variedades de cocoteros enanos. Las variedades altas más cultivadas son: Gigante de Malasia (GML), Gigante de Renell (GRL) de Tahití, Gigante del Oeste Africano (GOA) de Costa de Marfil, Alto de Jamaica, Alto de Panamá, Indio de Ceilán, Java Alta, Laguna, Alto de Sudán. Las variedades más cultivadas de los cocoteros enanos son Amarillo de Malasia (AAM), Verde de Brasil (AVEB), Naranja Enana de la India (Sociedad colimense de estudios históricos A.C., 2017). Debido al buen sabor del agua y el pequeño tamaño de estos cocos, se emplean fundamentalmente para la producción de bebidas envasadas pero la copra es de mala calidad. El producto del

cruce entre las anteriores variedades (híbridos) presenta frutos de tamaño mediano o grande, buen sabor y buen rendimiento de copra. El híbrido más cultivado es MAPAN VIC 14; un cruce entre Enano de Malasia y Alto de Panamá. Una palma que al año produce desde 100 cocos hasta un máximo de 222 dependiendo la variedad (las variedades híbridas por lo general son las más productivas) (SAGARPA, 2014).

## I.2. Coco

### I.2.1. Producción de coco.

El coco se produce en más de 90 países en el mundo (ver Figura 1), sin embargo el 91% de la producción se concentra en solo una docena de ellos. Los países asiáticos son los que cuentan con la mayor producción, particularmente tres de ellos acumulan el 72.2%: Filipinas (29.1%), Indonesia (26.4%) e India (16.7%). Los dos únicos países de América que forman parte de este grupo son: Brasil (2.4%) y México (1.8%) (Ríos, 2013).



**Figura 1. Países productores de coco**  
Fuente: FAO (2017).

El 90% de la producción de coco se emplea en la extracción de copra, mientras que el 10% se usa para consumo como fruta. “El cultivo es importante no sólo por el alto valor de la copra, estimado en más de 150 mil millones de pesos anuales, sino también por el atractivo turístico que ejerce como símbolo del trópico húmedo, por el sostén económico que representa para más de 70,000 trabajadores y por las numerosas actividades que se realizan en su industrialización, consumo en fresco, fabricación de artesanías” (Granados & López, 2002).

### *1.2.1.1. Producción de coco en México*

En México, el cocotero se siembra en 11 estados del país, al sur del Trópico de Cáncer, siendo Guerrero el estado líder en producción de acuerdo con los datos de 2013 (Tabla 1).

**Tabla 1. Producción de coco fruta**

Estado	Superficie		Volumen cosechado (t)
	Plantada (Ha)	Producción (Ha)	
Guerrero	42,997	41,798	80,813
Colima	16,399	16,079	90,878
Tabasco	11,812	10,702	16,860
Oaxaca	4,592	4,339	6,449
Quintana Roo	3,870	3,040	4,971
Sinaloa	3,533	3,481	7,821
Otros	15,815	14,622	27,500

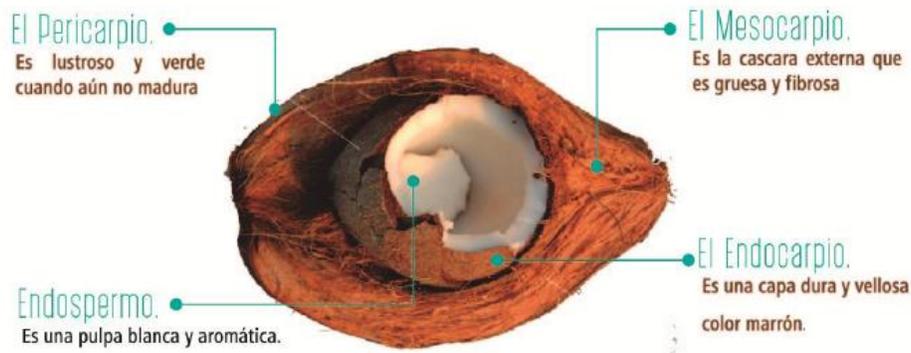
**Fuente: Ríos-Barrera (2013).**

En México hay tres variedades de cocoteros en explotación: el tipo Caribe, Pacífico y el enano Malasia. Las primeras dos se encuentran dentro de la categoría de cocoteros altos; y el enano Malasia es una variedad que fue introducida a México debido a su resistencia al amarillamiento letal, enfermedad bacteriana que afecta a diferentes especies de la familia *Arecaceae* (Granados & López, 2002).

### I.2.2. Características del fruto coco

El fruto del cocotero es un fruto tropical de forma redondeada que mide de 20 a 30 cm de diámetro, el peso total del fruto puede ser desde 0.65 hasta 2.5 kg (SAGARPA, 2014). Su estructura se compone de las siguientes capas (Figura 2):

- **Pericarpio:** capa externa lignificada compuesta de tejidos fibrosos duros.
- **Mesocarpio:** capa intermedia que está formada por fibras duras que puede medir de 4 a 5 cm de grosor y representa un 35% del total del fruto. Se compone por un tejido principal de parénquima, que al principio es translúcido y cuando madura el fruto se seca y adquiere un color café, está compuesto por numerosas fibras duras y tejido medular, constituido principalmente por lignina, celulosa y hemicelulosa, que recorren el fruto en sentido longitudinal (Rincón, y otros, 2016).
- **Endocarpio:** por lo general rodea la semilla, comúnmente también es conocido con el nombre de testa o concha de coco.
- **Endospermo:** la parte comestible de la semilla. El endospermo “está formado por una porción carnosa o albuminosa y un jugo lechoso dulce, denominados respectivamente como carne y agua de coco. El endospermo carnoso seco se utiliza para producir la copra, de la cual se extrae el aceite de coco” (Granados & López, 2002).



**Figura 2. Partes del coco**  
**Fuente: Londoño Quintero (2017).**

### I.3. Cáscara de coco

Como se mencionó en el apartado anterior, una de las partes del coco es el mesocarpio o cáscara de coco, el cual se compone de fibras a las que se les denomina de diferentes formas como son: fibra de coco, estopa de coco o bonote.

El diámetro medio de las fibras es de aproximadamente 1 mm y en longitud llegan a medir entre 15 y 30 cm. Son células individuales alargadas y de extremos puntiagudos, con una pared celular secundaria gruesa y un grado de lignificación variable. Las fibras y el tejido medular, constituidos principalmente por lignina, celulosa y hemicelulosa, le confieren buena capacidad de absorción y retención de agua; la composición química de la cáscara de coco varía muy poco, sin embargo, depende de la variedad, estado de maduración del fruto y el lugar de cultivo. La mayoría de las fibras son células muertas en la madurez y debido a su resistencia a la tensión son de gran importancia económica ya que estas tienen la función de ser tejido de soporte (Rincón, y otros, 2016).

El mesocarpio del coco seco está compuesto de fibras largas y cortas; cada coco contiene alrededor de 125 g de fibras secas y aproximadamente 250 g de polvo medular (Rincón, y otros, 2016).

### **I.3.1. Características de la fibra de coco**

La fibra de coco es considerada una de las cuatro fibras del futuro, con las que se busca sustituir materias primas comunes que se producen a partir de recursos fósiles o minerales por productos generados a partir de recursos renovables (FAO, 2017). Junto con el abacá y el sisal, la fibra de coco es una de las fibras más duras y de longitud más corta, está compuesta por lignina (45%) y por celulosa (43%), razón por la cual es muy duradera (entre 4 a 10 años de vida útil) y por su alto contenido de lignina presenta una alta resistencia a la tensión que se incrementa con la humedad de la fibra (Quintanillas, 2010).

### **I.3.2. Tipos de fibra de coco**

Es importante destacar que se pueden obtener diferentes fibras dependiendo del grado de maduración del coco y la variedad de cocotero. Debido a la composición y características de las fibras su aprovechamiento no es el mismo. Las fibras se clasifican en dos tipos: la fibra marrón y la fibra blanca, y varían con el grado de colores, longitud y espesor (Quintanillas, 2010).

El rendimiento de fibra varía según el tamaño de los cocos, la madurez, la variedad y el método de preparación, pero para cálculos generales puede considerarse un promedio de 130 kg de fibra por cada 1,000 cáscaras. En cuanto al rendimiento según su madurez no existe diferencia apreciable en rendimientos de fibra entre frutos de 10 a 12 meses de edad, pero las fibras de los frutos jóvenes son más flexibles y de colores más ligeros (Quintero & González, 2006).

El procesamiento utilizado, define el tipo de fibra obtenido. La fibra marrón es usada más comúnmente y se obtiene de los cocos maduros, es usada principalmente para hacer tela de embalaje, cepillos, colchones, sillones, felpudos, tapices, paneles de aislamiento y empaques. La fibra blanca es más fina, se extrae de los cocos verdes inmaduros luego de humedecerlos por un período de hasta 10

meses (Lemache & Pacheco, 2015). En comparación con el lino y el algodón, la fibra de coco maduro contiene más lignina, un producto químico leñoso complejo, y menos celulosa (FAO, 2017).

### **I.3.3. Aplicaciones de la fibra de coco**

La fibra de coco posee múltiples aplicaciones dentro de la agricultura, en la industria de plantas ornamentales como sustrato, en cordelería, empaques, aglomerados, construcción, decoración, artesanías, industria automotriz, textiles, confecciones, papel, aseo y otros usos como combustible, aislante térmico y acústico (Navarro, 2005) (Figura 3). Así mismo tiene potenciales aplicaciones como medio absorbente en la eliminación de metales pesados y en la elaboración de medios hidropónicos debido a que es una fuente valiosa de minerales, sobre todo de Potasio (K) y Cloro (Cl) (Quintanillas, 2010).

Como sustrato permite una alta germinación, enraizamiento y un óptimo desarrollo de las plántulas, además es de fácil manejo en cuanto a transporte y almacenamiento, la fibra de coco permite disminuir los costos de transporte y almacenamiento, ya que su comercialización se realiza en fardos prensados, los que al ser mezclados con agua aumentan considerablemente su volumen total (Muñoz, 2007). Es previsible que en los próximos años se produzca un aumento en la cantidad total de esta fibra como sustrato orgánico debido al incremento de la superficie destinada al llamado cultivo sin suelo de algunas especies. Una de las características que lo convierten en una buena opción como sustrato es que tiene una elevada capacidad de retención de nutrientes (Ramos, 2005). Existen además macetas elaboradas a partir de la fibra de coco que permiten plantar directamente en el jardín, mediante este producto se estima que se puede evitar que cerca de 100 millones de macetas plásticas terminen en la basura (Intriago, 2016).

La degradación de la fibra de coco con el tiempo no perjudica su efectividad, por el contrario, ayuda a la fertilización natural del suelo por lo que es muy utilizado

en la fabricación de geotextiles. La facilidad para producirla y el bajo costo de la fibra de coco, además de la facilidad de colocación de la malla, la convierten en una opción de desarrollo sostenible en zonas donde es común el uso de muros de contención (Quintanillas, 2010).

Además de lo anterior, tiene otros usos, por ejemplo, en la fabricación de ropa fina con resistencia al agua de mar y en general en la elaboración de cepillos, cuerdas, alfombras, filtros, relleno de sillones, colchones y almohadas, entre otros (Granados & López, 2002).

Cabe indicar que la industria automotriz también hace un gran uso de fibra de coco. En Europa, esta industria tapiza los autos con almohadillas de fibra marrón ensambladas con látex de caucho. En Brasil, Mercedes-Benz desde 1994 comenzó a utilizar la fibra de coco en la fabricación de cabezales para los camiones (Lemache & Pacheco, 2015).



**Figura 3. Aplicaciones de la fibra de coco**  
**Fuente: Elaboración propia.**

### ***1.3.3.1. Uso de cáscara de coco en México***

Hace unos años los únicos productos derivados del coco que se consumían en México eran el aceite, el agua, deshidratados, alimentos y dulces, pero entre los

actores del mercado consumidor, no se conocían productos como azúcar, vino de coco, nata de coco, quesos ligeros de coco, tuba embotellada, aplicaciones de fibra y generación de carbón activado, entre otros (Flores, 2006).

Con los años, la industria de la fibra de coco se desarrolló en algunas zonas del país, por lo que existen en México empresas enfocadas al aprovechamiento de este material y su comercialización, mismas que se listan en la Tabla 2.

Tabla 2. Empresas que utilizan la cáscara de coco en México

Empresa	Ubicación	Productos/servicios
Cocoking S.A. de C.V.	Tecoman, Colima	Bio-remediación de suelos, sustrato y acondicionamiento de suelos.
Coirtech	Tecoman, Colima	Sustrato para cultivos en invernaderos.
Palmeras, cocos y derivados, S. de R. L.	Tuxpan, Veracruz	Fibra de coco (fibras largas), polvos y fibras cortas para uso agrícola.
Productos Gráficos Ocario	León, Guanajuato	Elaboración de etiqueta del pantalón de mezclilla de una marca reconocida.
Cocos y derivados del pacífico	Pachuca de Soto, Hidalgo	Derivados del coco.
Rio Coco	Celaya, Guanajuato	Sustrato.
E-MA Orgánicos	Chalco, Estado de México	Macetas, sustrato y filtros para empresas de ventilación.
Tds Invernaderos, S. A. de C. V.	Celaya, Guanajuato	Colchones, fibra de coco para industria automotriz, sustrato para hidroponía y viveros.
Germinaza S.A. de C.V.	Armería, Colima	Sustrato para germinación y desarrollo de planta en invernadero.
Agrocoir	Progreso, Colima	Distribuidor de fibra de coco
Asesores en Invernaderos	Querétaro, Querétaro	Venta de Fibra de Coco

**Fuente: Elaboración propia a partir de los trabajos de Guerrero, Castillo, Herrera y Pantoja (2015) y MéxicoRed (2017).**

Cabe mencionar que en el estado de Guerrero existen asociaciones de productores organizadas alrededor del Consejo Nacional del Sistema Producto

Coco, A.C. (CONACOCO), las cuales comercializan la fibra de coco aun en presentaciones rudimentarias, gracias a su cercanía con las empresas consumidoras del centro del país les permiten ofertar procesos de entrega aceptables a precios relativamente bajos (Guerrero, Castillo, Herrera, & Pantoja, 2015).

Lamentablemente, a pesar del uso diversificado de la cáscara de coco en distintas industrias, la realidad es que por lo general en México los grandes volúmenes de cáscara generados por el consumo de coco son considerados “basura”, por lo que una gran cantidad de materia orgánica (la fibra y la concha de coco) terminan siendo dispuesta en rellenos sanitarios junto con los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), en tiraderos a cielo abierto, acumulada en vías públicas, barrancas incluso en algunos casos quemada (Mejía, 2017; Intriago, 2016; Quito, 2016).

## **I.4. Residuos**

### **I.4.1. Definición de residuo**

Como se ha mencionado, existen regiones en donde la industria del coco se encuentra desarrollada y por lo tanto tiene un aprovechamiento óptimo de la cáscara, sin embargo, existen otras regiones en donde, en contraste, se derivan del coco una gran cantidad de residuos provenientes principalmente del mesocarpio. Esta industria aprovecha solo el 17% del fruto, y así como el caso del cocotero existen muchas otras que generan una gran proporción de residuos, como por ejemplo, la industria cervecera que solo emplea el 8% de los nutrientes del grano, mientras que la industria de aceite de palma utiliza únicamente un 9%, en la industria del café solo el 9.5% del peso del fruto es aprovechado para la elaboración de la bebida quedando un 90.5% como residuo y en cuanto a la producción de papel solo el 30% de la materia prima es aprovechada (Cury & cols, 2017).

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) define residuo como “material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final” (DOF, 2003, pág. 6).

#### **I.4.2. Estrategias para la reducción de residuos**

Los patrones de consumo y estilos de vida de la sociedad actual han incrementado los volúmenes de residuos, y a pesar del conocimiento sobre los impactos negativos que conllevan y sus posibles soluciones comúnmente se les confina a disposición final directamente sin considerarse si estas cantidades podrían reducirse a través de la implementación de ciertas acciones como por ejemplo reutilización, reciclaje o valorización.

Una vez generado un residuo, la mejor manera de evitar su impacto negativo sobre el ambiente es volver a utilizarlo, reintegrándolo de esta manera en el ciclo económico, el material residual pierde su condición estricta de residuo, y pasa a convertirse en un subproducto susceptible de aprovechamiento. Al buscar una oportunidad de aprovechamiento de los residuos, se hace necesaria su caracterización para conocer su composición, la calidad de sus componentes y la cantidad que se genera, con esto se pueden definir las tecnologías más apropiadas para su aprovechamiento y su posterior tratamiento (Saval, 2012).

Se entiende por reciclaje el aprovechamiento total o parcial de los residuos para su reutilización, la reutilización consiste en el aprovechamiento parcial o total de un residuo para su nueva utilización en un proceso distinto. Por su parte, la recuperación consiste en la extracción de sustancias o recursos valiosos contenidos en los subproductos y en el aprovechamiento de la energía que puedan contener para su utilización en otro proceso (Cardona, 2007).

En cuanto a los residuos orgánicos existen estrategias para reducir las elevadas cantidades generadas, ya que poseen un gran valor en nutrientes, potencial energético y debido a su composición son ideales para su empleo en los sectores agrícola y biotecnológico; además de que los municipios no cuentan con planes de manejo que permitan minimizar y valorizar este tipo de residuos y muchas veces son confinados de manera inadecuada en tiraderos a cielo abierto constituyendo grandes impactos ambientales (Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos, 2017) y en ocasiones se presenta, la opción más económica, la quema descontrolada del material (Chávez & Rodríguez, 2016).

Los residuos orgánicos pueden ser reciclados o recuperados para reutilizar las fibras de celulosa, o para recuperar los nutrientes y la energía contenida en ellos. Pueden ser utilizados como sustratos para el mantenimiento de los cultivos, entendiendo este término como el que corresponde a un material sólido, distinto del suelo, natural o sintético, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor en forma pura o mezclado permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando el papel de soporte de la planta y que puede participar en mayor o menor medida en la nutrición de la planta (Navarro, 1995).

Por otra parte, la recuperación puede hacerse de acuerdo a dos principios generales, el tratamiento biológico y el térmico. El tratamiento biológico más frecuentemente utilizado es el compostaje que es un proceso para la conversión de los residuos orgánicos a un material húmico conocido como composta y que se utiliza como un producto mejorador de suelo ya que posee propiedades físico-químicas muy beneficiosas para los suelos y la producción (Tchobanoglous, 1994). Existen una amplia variedad de tecnologías para el compostaje, ya que puede llevarse a cabo tanto en domicilios o jardines privados, así como en grandes plantas muy tecnificadas (Isza, 2009). Además de colaborar con el ahorro ambiental que representa retener los residuos orgánicos en los hogares, los poseedores se ven beneficiados con la producción de un material de gran utilidad en jardinería y huertos urbanos o familiares (Lanfranco & Palancar, 2013).

Por otra parte, por medio de tratamiento térmico es posible mediante la incineración, la obtención de ceniza, gases, partículas y calor, los cuales pueden ser empleados para producir energía eléctrica. Otro de los tratamientos térmicos es la gasificación que representa la oxidación parcial de los residuos orgánicos con un agente gasificante (aire, oxígeno o vapor de agua) a altas temperaturas (800-900°C), dando lugar a un gas combustible (FAO, 2017). La pirolisis es un proceso termoquímico que también convierte la materia orgánica en combustible útil, con un alto rendimiento, mediante calentamiento a temperatura moderadamente alta (350-650°C) y en ausencia de oxígeno. Por su capacidad de tratamiento, es el método más eficaz para competir con las fuentes de combustibles no renovables, pero representa un gasto energético y monetario (Urien, 2013).

#### **I.4.3. Generación de residuos en Morelos**

Al igual que el resto del país el estado de Morelos se enfrenta a un incremento significativo en la generación de residuos por parte de la población, las industrias y las actividades productivas. En el estado se generan 1,939.95 t/día, lo que equivale a 1.10 kilos por persona al día en promedio (Morelos poder ejecutivo, 2015). Del total de residuos que se generan en la entidad, son captados por los ayuntamientos 1,552 t/día de residuos, lo que representa el 80% de lo generado, los cuales son dispuestos en 4 rellenos sanitarios (Cauatla, Mazatepec, Yecapixtla y Jojutla) (Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos, 2017), el resto de los residuos se depositan en las barrancas, ríos, tramos carreteros, calles, avenidas y lotes baldíos (Domínguez, 2012).

La problemática actual de los residuos en el estado se identificó por medio del diagnóstico realizado en 2015 en donde se obtuvieron entre otras conclusiones: que no existe un programa sistematizado e instalado para la separación y valorización de los residuos, ni la infraestructura necesaria para valorizarlos; tampoco se aprovecha el potencial de reciclaje conforme a la composición de los

residuos o su potencial energético, además de que no se promueve la minimización, la reducción, el reúso y el reciclaje de los residuos en las distintas fases del manejo de residuos sólidos urbanos (Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos, 2017).

#### **I.4.4. Residuos de manejo especial.**

Dentro de la clasificación que hace la Ley General para la Prevención y Gestión integral de los Residuos (LGPGIR) se encuentran los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), los Residuos de Manejo Especial (RME) y los Residuos Peligrosos (RP).

Los residuos de Manejo Especial se definen como “aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos” (DOF, 2003). Cabe mencionar que en el transporte, almacenaje, conservación, comercialización y transformación de frutas se producen una cantidad importante de residuos, proveniente de la materia orgánica no consumible de dichos productos, sin embargo, es importante destacar que la tendencia actual es de no considerar estos productos como residuos, sino promoverlos como subproductos (Solé & Flotats, 2014).

“Los residuos de las tiendas departamentales o centros comerciales, incluyendo tiendas de autoservicio, centrales de abasto, mercados públicos y ambulantes que se generen en una cantidad mayor a 10 toneladas al año por residuo o su equivalente” (DOF, 2013) están sujetos a presentar planes de manejo de acuerdo con el listado de residuos de Manejo Especial que determina la NOM-161-SEMARNAT-2011. Se estima que en el año 2015 se generaron poco menos de un millón de toneladas, de las cuales 640 mil toneladas corresponden a residuos orgánicos (SAGARPA, 2015). En cuanto a los residuos que se generan en las diferentes etapas y procesos de la industria del coco son por lo general residuos orgánicos provenientes del mesocarpio y el endocarpio del fruto.

La LGPGIR clasifica a los generadores de RME en dos categorías: grandes generadores, aquellos que realizan una actividad en la que generan una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año y en pequeños generadores, aquellos que realizan una actividad en la que generan una cantidad mayor a 400 kilogramos y menor a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año (Congreso de la Unión, 2003).

#### **I.4.5. Problemática del manejo de los Residuos de Manejo Especial.**

Para el estado de Morelos son escasos los datos de generación, composición, costos, inversión en cuanto a los RME. Existen en la entidad 18 empresas autorizadas para prestar servicios de manejo de RME, principalmente para transporte, acopio y almacenamiento. Solo se tiene reportado que para el 2008 se dio el manejo de tratamiento y/o disposición final a 562,384.82 toneladas de residuos de manejo especial al año, lo que equivale a que en el Estado se manejan diariamente un aproximado de 1,540.78 toneladas por empresas autorizadas, sin embargo, estas no equivalen a la generación total. La composición porcentual de los RME manejados en el estado durante el periodo 2008-2009, resultado de los reportes que realiza cada empresa autorizada, es la siguiente: 0.95% de residuos orgánicos, 10% plástico, .18% vidrio, 13% papel, 23% metal, 53% otros (Cortinas, 2018).

Algunos de los Residuos de Manejo Especial puede recuperarse, ya sea como materia prima para procesos de manufactura o aprovechamiento energético, sin embargo en la actualidad sólo un pequeño porcentaje de los mismos se recupera y aprovecha (DOF, 2013).

La falta de separación de residuos desde la fuente, de recolección diferenciada, y planes de manejo para los residuos considerados de Manejo Especial provocan desaprovechamiento de su potencial y reducción de su posibilidad de ser reintegrados a la cadena productiva y una elevada cantidad de residuos enviados a disposición final.

## II. Planteamiento del problema

Como se mencionó anteriormente los grandes volúmenes de residuos representan un grave problema en la actualidad. Existen diversas agroindustrias que generan residuos orgánicos a partir de los cuales se podrían generar nuevos subproductos, reutilizando el residuo como materia prima en otros procesos; es por ello que, en todo el mundo, diversos investigadores se están enfocando a encontrar formas alternativas para utilizar dichos residuos agrícolas e industriales, estrategias que impactaría positivamente en la reducción de la contaminación ambiental (Madakson, 2012).

Una de las agroindustrias donde los investigadores han centrado su atención es la del coco, cuya demanda mundial se incrementó en un 500% tan solo en los últimos 10 años (Burton, 2017), al considerarlo un “súper alimento”, pero también por la diversificación de sus usos en la elaboración de alimentos, bebidas, cosméticos y tratamientos de belleza, en el control de peso e incluso en biocombustibles (Gro Intelligence, 2016). Lo lamentable es que este sector productivo, tras utilizar el coco genera residuos que solo son reutilizados en un 17% (Valadez-Carmona & cols, 2016).

De acuerdo con la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), en el mundo se producen 60,511,756 toneladas anuales de coco; de éstas, el 75.3% provienen de Indonesia, Filipinas e India (FAO, 2017) quienes ya cuentan con una industria desarrollada que aprovecha no solo la carne sino todos sus componentes a través de la elaboración de subproductos, esta acción le otorga un alto valor agregado (Parque Científico Tecnológico de Yucatán, 2015).

En el octavo lugar se encuentra México con una producción anual de 1'064,400 toneladas representando el 1.8% de la producción mundial (FAO, 2017). Si bien este dato puede verse menor, no lo es si se toma en cuenta la tendencia generalizada al incremento de la demanda que, para el caso mexicano es del 5.6%

anual desde el año 2013 (SAGARPA, 2017) y con ello el aumento de residuos y su poca reutilización, provocando mayor contaminación en la nación.

Este incremento llevó a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) a desarrollar una estrategia para maximizar el aprovechamiento del cocotero a través de la Planeación Agrícola Nacional 2017-2030 (2017) y del Programa de Productividad y Competitividad Alimentaria Componente de Desarrollo Productivo del Sur-Sureste (2016), y en ellos se incluyó el estado de Morelos como una de las siete regiones estratégicas, no por su volumen de producción sino por el elevado consumo tanto doméstico, comercial e industrial, y por el impulso que se desea hacer a la entidad como productor de biodiesel derivado del aceite de coco proveniente de entidades vecinas (CONCAMIN, 2017).

De forma histórica, el estado de Morelos es visitado por sus balnearios y un sector que se ve favorecido por los turistas es el comercio al por menor de coco y agua de coco, siendo el municipio de Xoxocotla uno de los principales centros de abastecimiento del fruto. Estos negocios generan un volumen amplio de residuos a los que no se les da un buen manejo, en principio porque es costumbre el utilizar el mismo fruto para ofrecer el agua de coco mediante el uso de popotes o también mediante bolsas plásticas, posteriormente al ya no hacer uso de la cáscara son desechados, dejándolos en las orillas de las carreteras o mezclándolos con el resto de los Residuos Sólidos Urbanos que son llevados a distintos sitios de disposición final; lo anterior constituye un problema que ha sido desatendido sobre todo si se considera el potencial de reúso que tienen los residuos en cuestión.

Dicho lo anterior es relevante ampliar el conocimiento de la situación del manejo del coco y sus subproductos en la región, conocer y tener estrategias para la reducción del residuo que se obtiene del fruto, ya que su manejo inadecuado puede provocar un aumento de la generación y disposición final de residuos orgánicos, así como el desaprovechamiento de un recurso que puede ser recuperado y empleado como materia prima para diversas industrias, por lo tanto en la presente

investigación se plantearon las siguientes preguntas: ¿Qué cantidad de cáscara de coco se genera de la venta de coco en la región? ¿Cuáles son las medidas de manejo que se le confieren? ¿Qué alternativas existen para su aprovechamiento?

### III. Estado del arte

Para la elaboración del Estado del Arte se realizó una revisión de trabajos que exponen las múltiples aplicaciones que se le otorgan al residuo proveniente del fruto del coco (fibra de coco). Se contempló el hecho de que hasta ahora existe una muy amplia variedad y cantidad de trabajos enfocados a la aplicación de la fibra de coco en ingeniería, construcción, agricultura, entre otros. Debido al auge ocasionado por su multifuncionalidad se han visto disminuidas las investigaciones enfocadas a establecer una relación entre su beneficio medioambiental y buenas prácticas de manejo y se han incrementado las propuestas relacionadas a conformar negocios a partir de ella. Por lo anterior y para poder tener un panorama más claro de lo que hasta ahora se ha realizado en cuanto al tema del aprovechamiento de la fibra de coco y con ello la reducción de residuos se tienen las siguientes atribuciones:

Agopyan, Savastano, John , y Cincotto (2005) realizaron en la ciudad de Sao Paulo una investigación bibliográfica para compilar trabajos sobre el desarrollo de materiales para construcción reforzados con fibras naturales, concluyendo que la fibra de coco es un material ideal para reemplazar el asbesto. Siguiendo con este hallazgo, Castañeda, Argüello, y Vecchi (2010) elaboraron un análisis del comportamiento de un techo térmico construido con base en materiales de desecho: fibra de coco, PET y aserrín, comparándolo con el comportamiento de un techo de placa losa y otro de concreto armado, concluyendo que por su baja densidad y volumen los materiales de desecho logran amortiguar el paso del calor radiante como consecuencia del funcionamiento de estos como aislantes térmicos.

En cuanto a las propiedades de la fibra de coco como absorbente de sonidos Zulkifli, Zulkarnain, y Jailani (2010) realizaron pruebas de absorción de sonido de acuerdo a las normas internacionales para el coeficiente de absorción de ruido para sustituir forros de tela de algodón ampliamente utilizados en la industria automotriz, los datos del experimento demostraron que la fibra de coco tiene buenas

propiedades acústicas a bajas y altas frecuencias y puede ser un reemplazo alternativo de productos comerciales sintéticos, de manera ecológica y económica.

Por otro lado existen diferencias entre las aplicaciones de la fibra de coco dependiendo su estado de maduración, la más usada es la fibra marrón pero también se ha incursionado, pero en menor proporción, en la investigación sobre las aplicaciones de la fibra blanca del coco o coco verde, tal es el caso del trabajo realizado por Hussain, Pandurangadu y Palanikuamr (2011) en el cual se compara la fibra de coco blanca con otras fibras naturales como la del plátano, algodón, el sisal y el yute que han atraído la atención de científicos y tecnólogos para su aplicación en bienes de consumo por su bajo costo. Se realizó un compuesto con un polímero de HDPE (Ply-Etileno de alta densidad, por sus siglas en inglés) reforzado con fibra de coco verde y se determinaron las propiedades mecánicas: resistencia a la tracción (TS), resistencia a la flexión (FS) y resistencia al impacto (IS) y comprobaron que las propiedades mecánicas del compuesto están altamente influenciadas por la longitud de la fibra utilizada, ya que al aumentar la longitud de la fibra hasta 6 mm la resistencia al impacto del material aumenta, así como la resistencia a la tracción del material compuesto aumenta con el incremento de la fracción de volumen de fibra de coco verde hasta 40%.

Sandoval, Zapata, Celis, Quezada, y Capulín (2013) determinaron que al adicionar el sustrato de fibra de coco en una mezcla, para conocer su efecto sobre parámetros físico-hídricos del suelo y su eficiencia en el uso del agua, observaron que este permite un mejoramiento en las características físico-hídricas del suelo degradado, además de que se descartaron mediante pruebas con lechuga efectos tóxicos entre las dosis aplicadas de fibra de coco.

En cuanto a los residuos del coco, también se debe considerar que el endocarpio o concha de coco que representa el 12% del peso del fruto coco cuenta con una amplia gama de aplicaciones, además es el elemento que mayormente está vinculado tanto al sector artesanal como al industrial, como por ejemplo para la elaboración de carbón activado. Debido a que en los países latinoamericanos se

observa que existe un importante mercado a quien ofrecerle este producto, en Colombia, Orozco (2013) evaluó técnica, comercial y económicamente la pre-factibilidad para la creación de una planta de carbón activado a base de concha de coco en Tumaco; concluyendo que es un negocio riesgoso para ser implementado en Colombia debido a que en parte las condiciones políticas y fiscales en el país pueden llegar a encarecer los costos operacionales y disminuyen la competitividad de las compañías; debido a los procesos y trámites en relación a impuestos de funcionamiento, del espacio, uso del suelo, entre otros.

Guerrero, Castillo, Herrera y Pantoja (2015) realizaron en Tabasco un diagnóstico sobre el consumo de subproductos del coco, específicamente del jabón y la fibra de coco, y procedieron con un análisis sobre aspectos comerciales para estimar el volumen en toneladas determinando las características físicas y comerciales que requieran los clientes potenciales para establecer si existe una posible demanda de la fibra de coco como materia prima para la elaboración de productos y determinar el perfil de las empresas que lo requieren. Se detectaron 193 empresas a nivel nacional con potencial de consumo de jabón de coco en los giros de limpiadores, cosméticos y dentífricos; y 487 empresas con potencial de consumo de la fibra del coco en giros como industrias cementeras, textiles y de fertilizantes naturales.

Una solución integral y sostenible al reutilizar la fibra de coco es la propuesta por Intriago (2016) que determinó por medio de encuestas la pre-factibilidad de la elaboración de un abono orgánico hecho del residuo de la fruta de coco, generando nuevas fuentes de ingreso, reduciendo el desempleo y el subempleo. La investigación realizada por Quito (2016) en Ecuador puso en evidencia que es viable el aprovechamiento de la cáscara de coco como recurso renovable para elaborar módulos estructurales y carbón activado a partir de la fibra de la cáscara del coco, y muestra la capacidad de obtener productos provenientes de la fibra del coco de demanda internacional, lo cual da oportunidad y perspectiva de desarrollo de un negocio local, especializado en el tratamiento de estos residuos sólidos.

De la misma manera Lodoño (2017) propone dar un nuevo uso a la fibra de coco a través de una línea de empaques biodegradables, para lo cual determino las propiedades y posibilidades productivas de la fibra de coco y el bambú laminado, y en consecuencia, demostró un sistema sustentable en el ciclo de vida de estos, concluyendo que la fibra de coco es un material ideal para proteger ya que presenta excelentes propiedades de resistencia a impactos.

En la reciente investigación realizada por Pineda Burgos y Navarrete Rivadeneira (2017) les fue posible obtener celulosa micro cristalina a partir de fibra de coco como materia prima, sin embargo la pureza obtenida fue del 73.8%, lo cual significa que no se obtuvo una pureza adecuada para ser utilizada como aditivo alimenticio pero abre la posibilidad de que se realicen nuevos estudios para determinar su utilidad de acuerdo con las propiedades que presenta en otros campos industriales.

Así mismo Tenorio (2017) se enfocó en analizar la falta de explotación y de valor agregado de los productos derivados del coco dándole una perspectiva de exportación, obtuvo que era debido a que los pequeños artesanos carecían de información respecto a los procesos que se deben realizar y del financiamiento para impulsar las alternativas del mercado de manera competente y con recursos naturales que sean sostenibles, como lo es la cáscara de coco, generando así oportunidades de negocios.

## IV. Justificación

Las industrias que se encuentran involucradas en la producción, transformación y comercialización de coco a nivel mundial, obtienen gran cantidad de residuos y algunas veces subproductos. La generación de residuos como los provenientes del coco, componen uno de los problemas principales de la contaminación; la gran cantidad de residuos orgánicos, que al llegar a sitio de disposición final son los causantes de generación de gases y lixiviados.

En los países productores, el coco es un fruto que forma parte de la dieta de muchas personas por sus altas propiedades alimenticias y bajo contenido de calorías (Andino & Bustos, 2012), el agua de coco se consume como una bebida refrescante, por lo tanto el creciente interés del consumidor por este producto ha ampliado considerablemente sus oportunidades de mercado (Rosa, 2007). Sin embargo como consecuencia, el consumo de cocos genera grandes volúmenes de residuos orgánicos que, por lo general, son considerados “basura”, lo que provoca en muchos casos riesgos sanitarios, generación de lixiviados y emisión de gases a la atmosfera, por lo tanto es importante su disminución. Los residuos orgánicos que generan los comerciantes del fruto podrían ser susceptibles de valorizarse y aprovecharse debido a su composición; estos materiales tienen la posibilidad de reutilizarse o reciclarse del flujo de la basura y que de esta manera se disminuya el volumen y la cantidad de los residuos orgánicos que son enviados a disposición final, lo cual resulta de beneficio para el ambiente (Maldonado, 2006).

Por lo tanto esta investigación busca determinar la cantidad de cáscara de coco se genera a partir de los comercios mayoristas en el municipio de Xoxocotla e identificar las principales prácticas para el manejo de los residuos generados de la venta de coco, para proponer alternativas para el aprovechamiento o reutilización de la cáscara, esto con la intención de minimizar las consecuencias negativas de su consumo y tener un aprovechamiento óptimo del residuo.

## **V. Objetivos**

### **V.1. Objetivo general**

Estimar la generación de cáscara de coco como residuo de la comercialización del coco e identificar el manejo actual del mismo, para proponer alternativas para su aprovechamiento en el municipio de Xoxocotla, Morelos.

### **V.2. Objetivos específicos**

- Determinar la cantidad aproximada de cáscara de coco que se genera a partir del comercio del municipio de Xoxocotla, Morelos.
- Identificar las medidas de manejo del residuo del comercio de coco en Xoxocotla, Morelos.
- Delimitar las alternativas más viables para el aprovechamiento de la cáscara de coco que se genera a partir de la venta al mayoreo en Xoxocotla, Morelos.

## **VI. Materiales y métodos**

### **VI.1. Delimitación**

Para realizar esta investigación se optó por llevarla a cabo en el estado de Morelos específicamente en Xoxocotla, municipio indígena de reciente conformación (Periódico Oficial Tierra y Libertad, 2017), anteriormente localidad del municipio de Puente de Ixtla ubicado al sur del estado, debido a que es uno de los dos puntos más importantes de venta al mayoreo del fruto coco en la entidad. La zona sur del estado de Morelos se caracteriza por tener un clima cálido además de importantes cauces naturales de agua y balnearios por lo cual es un sitio de fuerte afluencia turística, situación ideal para la venta del fruto coco por los comerciantes intermediarios de coco, que generan grandes cantidades de residuos por desinformación.

### **VI.2. Tipo de investigación**

Como primer acercamiento se realizó una investigación documental, la revisión de la literatura se efectuó mediante la consulta de bibliografía y otros materiales de utilidad para los propósitos de la investigación, recopilando información relevante y necesaria.

Esta investigación se realizó en torno al alcance descriptivo, ya que mediante este método se miden y se evalúan aspectos, dimensiones o componentes de un fenómeno a investigar (Sampieri, Fernandez, & Baptista, 2003). Mediante la revisión bibliográfica se determinó que efectivamente existen antecedentes de las aplicaciones de la cáscara de coco en distintas áreas, pero debido a la ausencia de datos específicos de la entidad con respecto a este residuo fue necesario estimar datos de generación del residuo actualmente y las condiciones de manejo que se le confiere.

Además, la investigación es no experimental ya que “se realiza sin manipular deliberadamente variables, porque observa fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos” (Balestrini, 1998).

### **VI.3. Enfoque de la investigación**

Se optó por realizar una investigación cuantitativa; ya que permite establecer patrones de comportamiento y probar teorías mediante la recolección de datos, con base en la medición numérica y el análisis estadístico (Sampieri, Fernández, & Baptista, 2006).

### **VI.4. Técnicas de recolección de datos empleadas**

Para la obtención de datos se procedió a realizar las siguientes técnicas:

#### **VI.4.1. Revisión de fuentes documentales**

Se revisaron distintas fuentes documentales como son libros, artículos de publicaciones, documentos oficiales, artículos periodísticos y páginas de internet para estructurar el marco referencial de esta investigación, asimismo se consultaron bases de datos como las de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) y del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), para obtener datos cuantitativos sobre los comercios al por mayor y por menor de coco presentes en la entidad, por medio de los cuales se corroboró la escases de datos.

#### VI.4.2. Encuesta

La segunda técnica empleada fue la realización de dos encuestas donde se exploran variables sociodemográficas de los comerciantes como edad y sexo, además de variables relacionadas con la venta del fruto, manejo de la cáscara del coco y respecto al conocimiento relacionado a la utilización de este insumo. La primera de ellas dirigida a comerciantes mayoristas de coco, para conocer la cantidad potencial de fruto que se maneja en la entidad; y la segunda encuesta dirigida a los compradores que acuden a esos negocios a adquirir el producto, para poder determinar el flujo de los residuos y el destino final que le confiere cada uno de ellos.

Para la 1ª encuesta se consideró un universo de cinco comercios mayoristas localizados en el municipio de nueva conformación Xoxocotla (Figura 4). Los lugares elegidos responden a ser el total de comercios que ofrecen el coco por mayoreo en el municipio con un establecimiento fijo, y que surten del fruto a la población en general y también a comerciantes minoristas de diferentes regiones del estado.



**Figura 4** Ubicación del municipio de Xoxocotla.

Cabe indicar que el instrumento de recolección de datos (Anexo 1) se conforma de 19 preguntas abiertas y cerradas.

Se siguió el procedimiento indicado para su aplicación realizando una prueba piloto para la validación del instrumento. Tras ello se procedió a corregir las inconsistencias para imprimir el cuestionario definitivo. La aplicación se realizó en las instalaciones de cada uno de los negocios en cuestión, ubicados en la carretera Alpuyeca-Jojutla en el municipio de Xoxocotla<sup>1</sup>.

Se utilizó la técnica “cara a cara”; es decir: “la información se obtiene mediante un encuentro directo y personal entre el entrevistador y el entrevistado. El entrevistador va a plantear directamente las preguntas al entrevistado basándose en un cuestionario que irá cumplimentando con las respuestas del entrevistado” (Hernández, Cantín, López, & Rodríguez, 2010, pág. 10); con esta técnica se evita la influencia de terceras personas y generalmente se obtiene un alto porcentaje de respuestas.

Una vez obtenida la información se procedió a descargar el software denominado Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) (IBM, 1989), útil para realizar la captura y análisis de los datos, crear tablas y gráficas. Ahí se logró obtener una matriz de datos y se les aplicó estadística descriptiva, específicamente para obtener las frecuencias, porcentajes y dispersión de las variables cuantitativas.

Para la 2ª encuesta se consideró un universo indefinido de compradores de coco (comerciantes minoristas) que acuden a los comercios mencionados en apartados anteriores. Se procedió entonces a determinar una muestra (n) empleando la fórmula de universo infinito (Aguilar, 2005) que se observa a continuación y tomando en cuenta un nivel de confianza (Z) de 90; 50% de probabilidad positiva (p) y 50% de negativa (q) a que el fenómeno ocurra, respectivamente; y un 9% de error de estimación máximo aceptado (e):

---

<sup>1</sup> Los nombres de los comercios se mantienen en secrecía por cuestiones de seguridad de los negocios.

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{e^2}$$

**Dónde:**

n: es la muestra

Z: El nivel de confianza

p: Probabilidad positiva de que el evento ocurra

q: Probabilidad negativa de que el evento ocurra (q=1-p)

e: error

Al despejar la fórmula se obtuvo una muestra de 84 compradores de coco. Para la aplicación de la encuesta se eligió un tipo de muestreo no probabilístico a conveniencia, se dividieron los cuestionarios proporcionalmente entre los cinco comercios mayoristas (83.3%) y se encuestó a los compradores conforme fueron apareciendo. El cuestionario para este grupo (Anexo 2) se conforma también de preguntas abiertas y preguntas cerradas, con un total de 20 ítems.

Como en la otra encuesta también se siguió el procedimiento indicado para su aplicación realizando una prueba piloto para la validación del instrumento. Tras ello se procedió a corregir las inconsistencias para imprimir el cuestionario definitivo. La aplicación se ejecutó con la técnica “cara a cara”.

Una vez obtenida la información se procedió a capturar la información obtenida en el software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). Ahí se logró obtener una matriz de datos y análisis de los mismos, crear tablas y gráficas; se les aplicó estadística descriptiva, específicamente para la obtención de frecuencias, porcentajes y dispersión de las variables.

## **VI.5 Estimación de la generación de residuo**

Mediante datos del 2012 del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y otros autores se determinó

un promedio del peso por unidad de fruto y el porcentaje del residuo del mesocarpio de coco por unidad de fruto, obteniendo que por unidad, el peso estandarizado es de 2.4 kg y el peso del residuo equivale al 44% del peso total del fruto (Anexo 3). Por lo tanto se procedió a estimar mediante la siguiente fórmula el peso aproximado de la cáscara de coco como residuo del comercio de coco, mediante la información obtenida por medio de la encuesta.

$$\text{Peso del residuo de coco} = (\text{número de unidades} \times 2.4) \times 0.44$$

Al aplicar la fórmula se obtienen los siguientes pesos dependiendo las unidades de fruto manejadas por semana, mes y año (Tabla 3).

**Tabla 3. Peso promedio de la cáscara de coco por unidades.**

Semana		Año	
Unidades de coco	Peso del residuo*	Unidades de coco	Peso del residuo
50	53	2,600	2,756
100	105	5,200	5,460
150	158	7,800	8,216
200	211	10,400	10,972
1,000	1,056	52,000	54,912
2,000	2,112	104,000	109,824
3,000	3,168	156,000	164,736
4,000	4,224	208,000	219,648

\*El peso del material residual corresponde al mesocarpio y se expresan en kg

## VI.6 Identificación de medidas de manejo del residuo

Además por medio del instrumento se captó información relevante en cuanto a la generación y disposición que cada comerciante provee a la cáscara, mediante estos

datos se analizó el manejo que es llevado a cabo y también en qué casos la cáscara tiene un destino de aprovechamiento o en su caso cual es el tipo de disposición final.

Por medio de los datos analizados se pudo conocer las condiciones actuales de manejo y proponer una alternativa que sea viable para reducir impactos causados por su mala disposición y manejo, y además promover su aprovechamiento.

## VII. Resultados

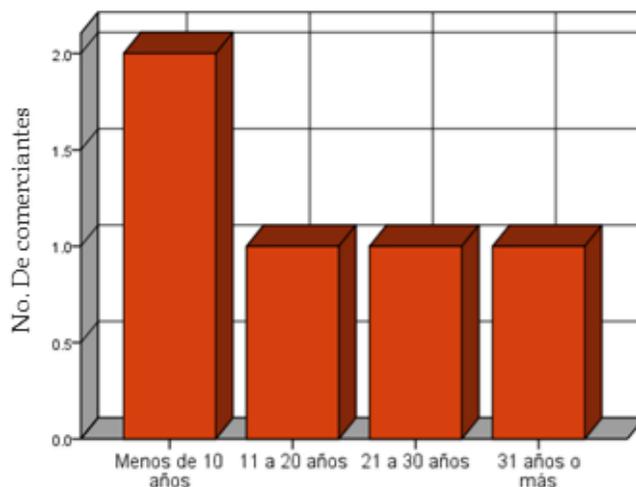
### VII.1. Resultados obtenidos mediante el instrumento

Al aplicar las encuestas se encontró la siguiente información:

#### VII.1.1. Comercios mayoristas

De los cinco comercios mayoristas ubicados en el municipio de Xoxocotla se aplicó la encuesta al 100%, del total de los encuestados 4 (80%) son mujeres a cargo del negocio mayorista. El mínimo de edad del grupo encuestado fue de 28 años y el máximo de 63 años. El total de los encuestados afirmó conocer el origen de procedencia del fruto, que coincidió en ser las costas del estado de Guerrero. Así mismo la cantidad de frutos ingresados a la semana por comerciante fue para el 100% de los encuestados de 3,000 cocos o más, surtiéndose del fruto dos veces a la semana.

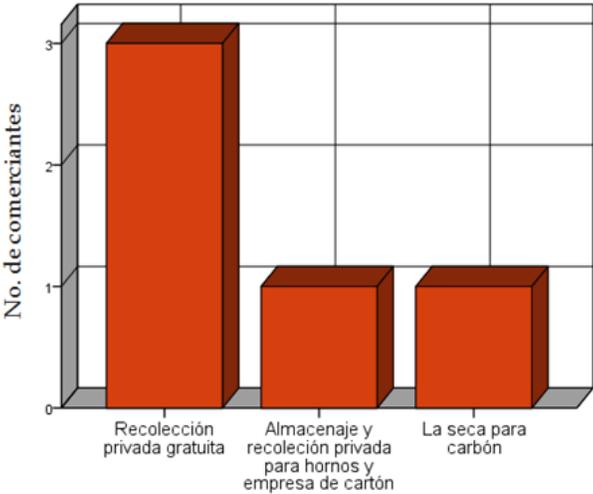
Los comerciantes que afirmaron tener un tiempo de 10 años o menos de experiencia dentro del negocio de comercio de coco al mayoreo fueron dos, mientras que los tres comerciantes restantes afirmaron tener más de 10 años de experiencia en la entidad (Gráfica 1).



Gráfica 1. Experiencia en el comercio mayorista

De los cinco negocios mayoristas encuestados, cuatro presentan recolección privada del residuo al que se le confiere distintos destinos, tres comerciantes mayoristas cuentan con recolección privada gratuita con la finalidad de elaborar composta a partir del residuo y un comerciante mayorista almacena la cáscara resultante de la venta durante la semana para posteriormente entregarla a un recolector privado con el fin de usar el residuo como carbón para hornos de tabiques y una empresa de fabricación de cartón. Mientras tanto uno de los comerciantes seca la cáscara al sol durante 10 días y posteriormente es empleada como carbón en negocios familiares de elaboración de tortillas (Gráfica 2).

El 100% de los comerciantes mayoristas tienen conocimiento de formas de aprovechar la cáscara de coco que resulta de sus negocios, mencionando la elaboración de composta, carbón, artesanías y nuevos materiales.



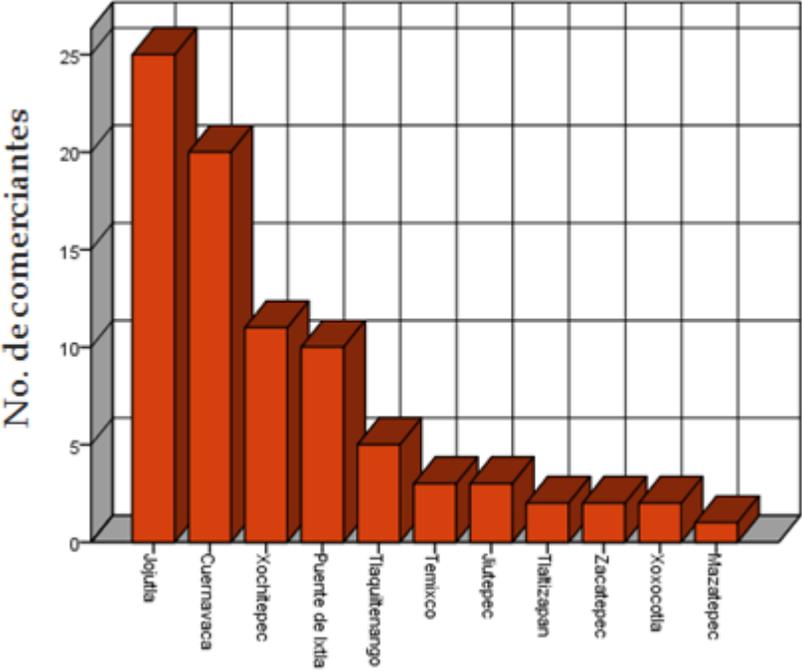
**Gráfica 2. Destino conferido a la cáscara.**

**VII.1.2. Comerciantes minoristas**

En cuanto a los comerciantes minoristas que acuden a los negocios de venta al mayoreo en el municipio de Xoxocotla como muestra representativa fueron encuestados un total de 85 comerciantes. Esta población tenía una edad media de 38 años, su mediana fue de 37 años y la moda de 41 años. Los valores máximo y mínimo

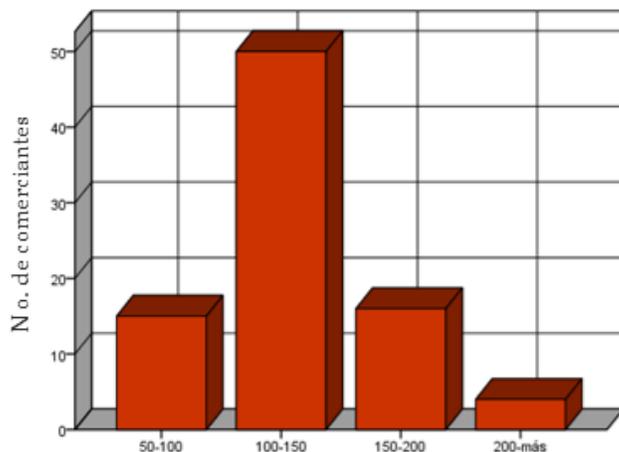
de la edad fueron 64 y 27 años respectivamente. Con relación al sexo de los encuestados, 68 fueron hombres (79 %) y 17 fueron mujeres (21 %).

El 50 % de los encuestados declararon que tenían 5 años o menos dedicados al comercio de coco, 43% tenían de 5 años a 10 años de experiencia, el 5% de 10 a 15 años de experiencia mientras que el 2% no respondió. Los compradores de coco que acuden a los comerciantes mayoristas del municipio de Xoxocotla son provenientes u ofrecen el fruto en 11 diferentes municipios aledaños a esta localidad debido a su ubicación geográfica; la población encuestada señaló que ofrecen el fruto en los municipios de Jojutla (29.8%), Cuernavaca (23.8%), Xochitepec (12.8%), Puente de Ixtla (11.6%), Tlaquiltenango (5.8%), Jiutepec (3.5%), Temixco (3.5%), Tlaltizapan (2.3%), Zacatepec (2.3%) y Mazatepec (1.2%) (Gráfica 3).



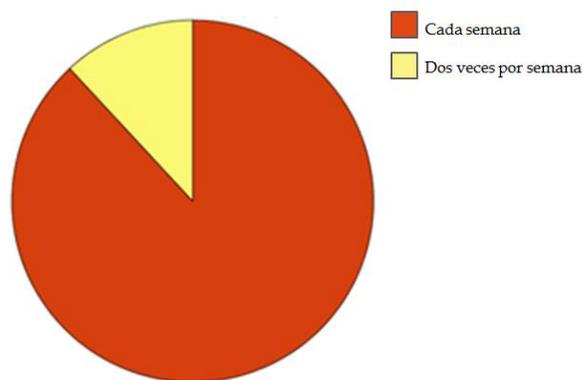
**Gráfica 3 Municipio en donde los minoristas comercializan el coco.**

El 15% de los encuestados comercializa a la semana entre 50 y 100 unidades de coco, el 50% refieren que el número de cocos que comercializa son entre 100 y 150 unidades a la semana, el 16% comercializa de 150 a 200 cocos y un 4% más de 200 unidades a la semana (Gráfica 4).



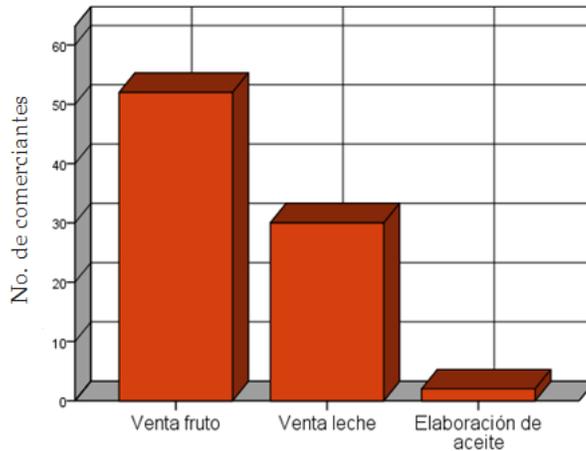
**Gráfica 4 Piezas compradas a la semana**

Los comerciantes que acuden a surtirse del fruto una vez a la semana son 74 (88%) y los comerciantes que acuden a los comercios mayoristas dos veces por semana son 11 (12%) (Gráfica 5).



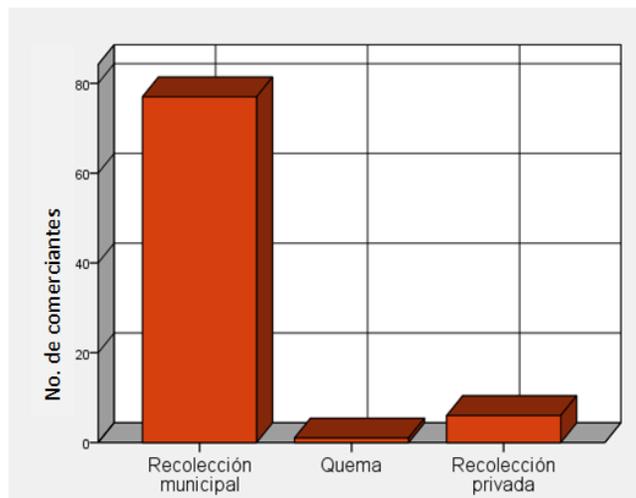
**Gráfica 5. Tiempo que pasar para surtir**

Los encuestados sugieren que los meses de mayor venta del fruto son abril (36%) y mayo (63%). El uso comercial que le confieren al coco es principalmente su venta como fruto, lo que se refiere a la venta del agua y pulpa (62%), mientras que en menor medida se emplean para la elaboración de leche de coco (36%) y la elaboración de aceite (2%) (Gráfica. 6).



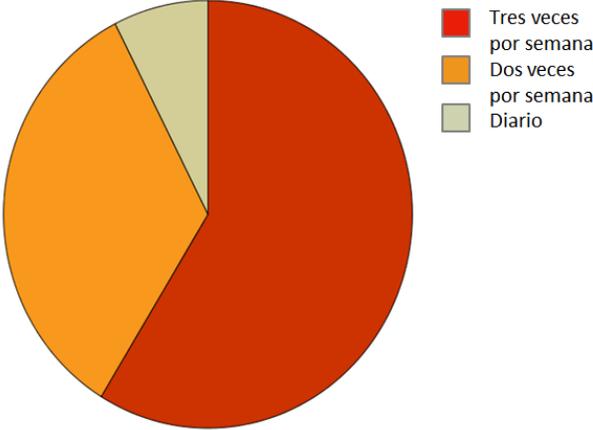
**Gráfica. 6 Uso de coco**

En cuanto al destino que le confiere cada uno de los comerciantes minoristas a la cáscara de coco resultante de la venta el 92% tienen recolección por medio del camión recolector municipal, lo que equivale a un aproximado mínimo de 8,554 kg de residuo de coco a la semana, el 7% presenta recolección privada (599 kg a la semana) y el 1% quema su cáscara (85.5 kg de cáscara ala semana) (Gráfica 7).



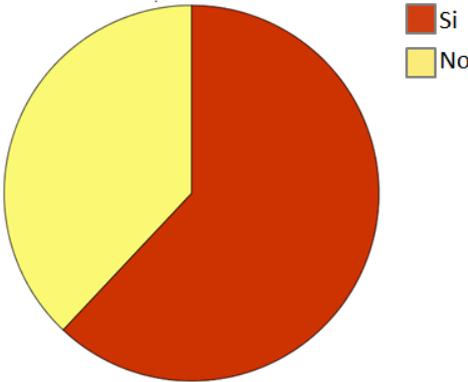
**Gráfica 7. Destino de los residuos de coco.**

Dependiendo el municipio los residuos son recolectados por el camión recolector municipal cada determinado tiempo, de acuerdo a los datos recabados el 34% de ellos son recolectados dos veces por semana, el 59% son recogidos tres veces por semana y en un 7% de los casos son recolectados diariamente (Gráfica 8).



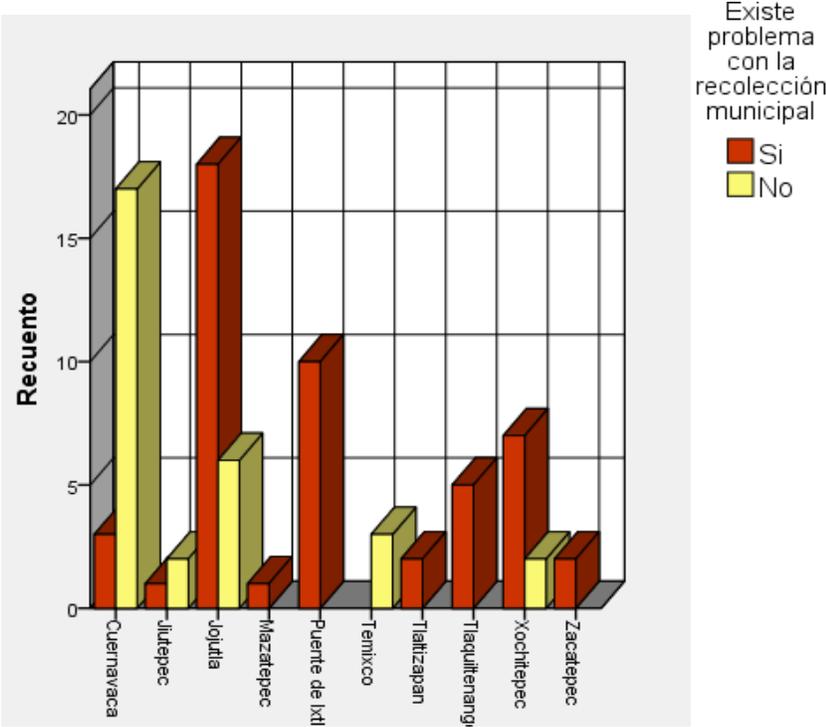
**Gráfica 8. Intervalo de recolección municipal.**

De acuerdo al instrumento se sabe que de los comerciantes minoristas que tienen recolección por parte del municipio, un 62% de ellos presentan un problema al momento de la recolección municipal, mientras que el 38% aseguraron no tener problemas (Gráfica 9).



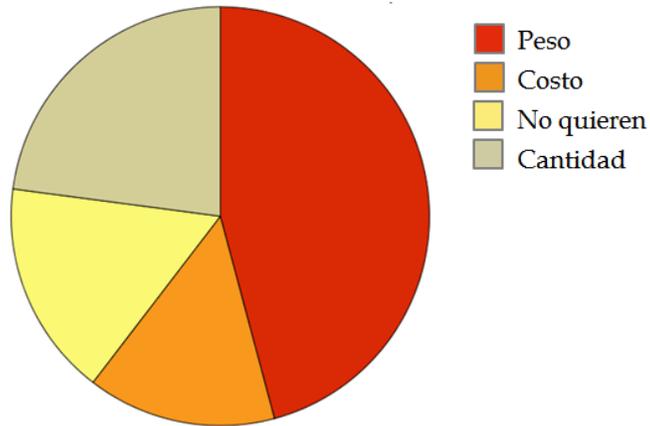
**Gráfica 9 Existe problema con la recolección municipal.**

Al analizar los resultados de municipios donde ofrecen el coco y la problemática de recolección se obtuvo que los comerciantes que expresan no tener problemas de recolección de la cáscara provenían del municipio de Cuernavaca (Gráfica 10).



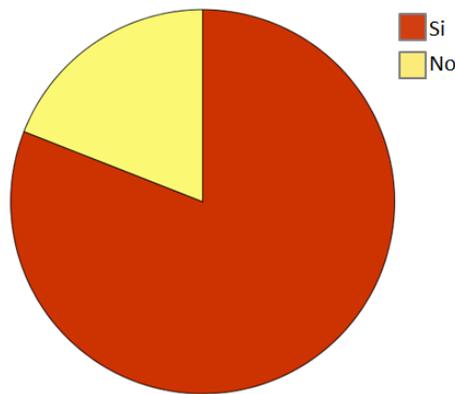
**Gráfica 10. Existencia de problemática en la recolección por municipio.**

Se cuestionó además de las causas por las cuales se presentaba la problemática de la recolección de la cáscara de cada encuestado y se obtuvo que en un 45.83% el peso del cáscara representa una traba para los trabajadores del servicio municipal, el 22.92% mencionó que la cantidad en exceso de cáscara es una limitante, el 16.67% mencionó que el personal no quiere llevársela y el 14.58% mencionó que el cobro por llevársela es excesivo (Gráfica 11).



**Gráfica 11. Problema de recolección municipal.**

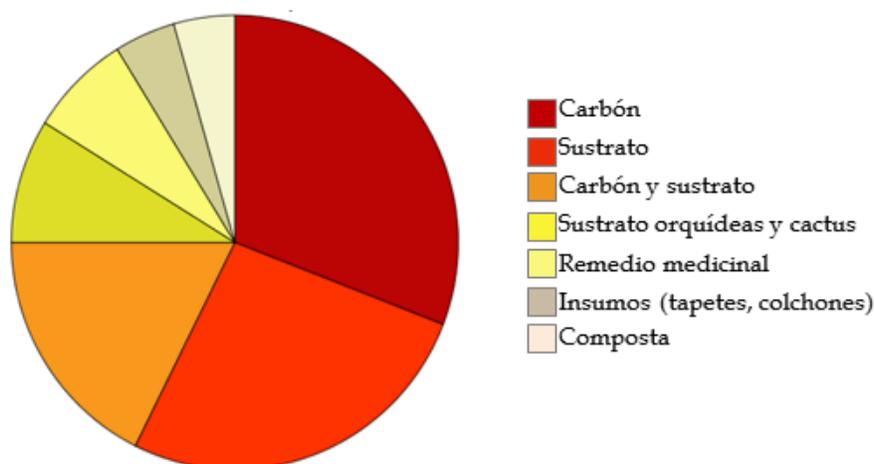
Además por medio de la encuesta se obtuvo información en relación al conocimiento de los comerciantes del aprovechamiento que puede tener la cáscara de coco, a lo cual un 79% afirmó tener conocimiento de algún tipo de aprovechamiento de la cáscara, mientras que el 21% desconoce sobre alguna forma de aprovechamiento para la cáscara de coco (Gráfica 12).



**Gráfica 12. Conocimiento del aprovechamiento de la cáscara de coco.**

De los comerciantes que mencionaron conocer alguna forma de aprovechamiento del cáscara de coco, el 30.9% mencionó la elaboración de carbón, el 26.5% el uso de la cáscara como sustrato, el 17.6% conocen tanto el uso de la cáscara como carbón como también su uso como sustrato, el 8.8% manifestó conocer su uso

específicamente como sustrato para orquídeas y cactus, el 7.4% nombró su uso como remedio medicinal, un 4.4% mencionó su uso para composta mientras que otro 4.4% refirió su uso como materia prima para hacer colchones y tapetes (Gráfica 13).



Gráfica 13. Forma de aprovechamiento para la cáscara de coco.

## VII.2. Generación de residuos

Gracias a la aplicación del instrumento se obtuvieron datos necesarios para determinar la cantidad aproximada de cáscara de coco que se genera en el municipio de Xoxocotla, Morelos, cumpliendo de esta manera con el primer objetivo específico de la investigación.

**De acuerdo a la información obtenida mediante el instrumento, la generación de residuo para este grupo de comerciantes (85) se estima que es entre 489 a 708 toneladas al año. Además, se obtuvieron las cantidades aproximadas de cocos por cada comerciante (**

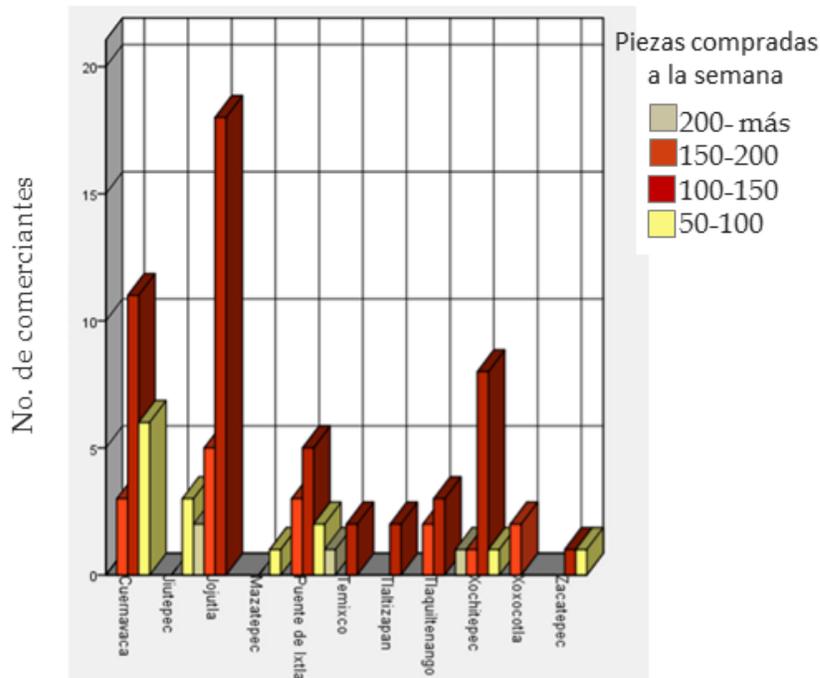
Tabla 4) y gracias a esta aproximación se puede estimar la generación de cáscara de coco como residuo de la venta al menudeo por medio de la fórmula mencionada con anterioridad.

**Tabla 4. Unidades de fruto coco manejados por comerciante**

Unidades de coco por semana	Comerciantes	Porcentaje (%)
50-100	15	17
100-150	50	59
150-200	16	19
200-más	4	5

El 17% de los comerciantes manejan a la semana un estimado mínimo de 52.8 kg y un máximo de 105.6 kg de cáscara como residuo de su venta a la semana (2,756 a 5,460 de residuo al año). El 59% de los comerciantes manejan entre 100 y 150 cocos a la semana, lo que equivale a un mínimo de 105.6 kg de residuos y un máximo de 158.4 kg de residuos generados (entre 5,460 y 8,216). El 19% de comerciantes manejan 158.4 kg de residuos como mínimo y 211.2 kg como máximo a la semana (hasta 10,972 kg al año). Mientras que solo un 5% de comerciantes manejan más de 200 cocos a la semana lo cual sugiere que la generación de residuos para este grupo es mayor a 211.2 kg a la semana y por lo tanto excede al año una generación de 10,972 kg.

Gracias a la gráfica 14 se puede observar las cantidades de coco que se comercializan a los 11 municipios aledaños a Xoxocotla por lo tanto se demuestra la dispersión de residuos que se generan, presentando la mayor concentración en Jojutla y Cuernavaca.



**Gráfica 14. Cantidades de coco comercializados por municipio**

Los comerciantes de coco que generan como residuo cáscara de coco en cantidades mayores a 10 toneladas al año son los que adquieren más de 200 cocos a la semana que representan un aproximado de 23.5% del total, por lo cual es conveniente elaborar un Plan de Manejo con el cual se puede minimizar la generación de residuo y maximizar su valorización, y de esta manera tener beneficios ambientales, económicos y sociales. Por lo tanto lograr su implementación estimularía al aumento de la cantidad de cáscara aprovechada, y como consecuencia se disminuye la carga sobre los recursos naturales y sobre la vida útil de los sitios de disposición final donde se disponen actualmente (DOF, 2013).

Inclusive es importante proponer una alternativa para su aprovechamiento aun a pequeña escala ya que este insumo puede representar ingresos extras para este grupo de personas contrarrestando así su envío a disposición final.

### VII.3. Medias de manejo actual del residuo

Además, se obtuvo información respecto al destino conferido a la cáscara de coco, de la cual se aprecia que para los comerciantes de coco mayoristas la cáscara no representa un problema mayor como residuo ya que en su caso es aprovechado por terceros o incluso en uno de los negocios es utilizado como carbón para negocio familiar, por lo tanto en su caso es considerado insumo, subproducto o materia prima. Sin embargo, a pesar de que actualmente los comerciantes mayoristas o terceras personas le otorgan un uso a la cáscara, es de considerar el hecho de que las medidas de aprovechamiento que actualmente se llevan a cabo son rústicas y no cumplen ningún parámetro o medida que mitigue los posibles daños al ambiente por la quema inadecuada, ya que para hacer un correcto proceso para la elaboración de carbón es necesario aplicar un pretratamiento al residuo y adquirir hornos especializados. Por lo tanto es más conveniente dar un manejo alterno, pero al mismo tiempo viable y redituable.

Por otra parte, al analizar el manejo otorgado por el grupo de comerciantes minoristas a la cáscara es un problema mayor ya que es segregada a diferentes municipios en donde se combina con los RSU en la recolección municipal provocando complicaciones tanto para los comerciantes como para las personas a cargo del servicio de recolección. En un 92% de los casos la cáscara de coco es enviada a disposición final (445 t/año), lo cual representa una elevada cantidad de materia orgánica aprovechable que es desperdiciada.

El tipo de disposición final depende de cada municipio, ya que en el caso de Zacatepec, Mazatepec y Puente de Ixtla la dependencia a cargo del servicio de recolección es la Dirección de Ecología, mientras que para el resto de los municipios involucrados (Cuernavaca, Jiutepec, Jojutla, Temixco, Tlaltizapan, Tlaquiltenango y Xochitepec) la Dirección de Servicios Públicos Municipales es la encargada del servicio (Programa estatal para la prevención y gestión integral de los residuos para

el Estado de Morelos). Por lo tanto las condiciones y posibilidades de cada administración municipal van a definir el destino de los residuos.

#### **VII.4. Alternativas para el aprovechamiento de la cáscara de coco**

La comercialización del agua y la pulpa son los usos más representativos que se le confieren al fruto coco, dejando de lado la parte no comestible del fruto. Como se ha mencionado en apartados anteriores existen múltiples formas de aprovechamiento para la cáscara de coco, sin duda una de las principales y más redituables opciones es la elaboración de fibra, ya que se destaca como uno de los insumos más importantes y con mayor valor agregado que se obtiene a partir de la cáscara de coco, sin embargo se requiere maquinaria especializada como lo son: trituradoras, desfibradora, cribadora, limpiadora y prensadoras (Quintanillas, 2010) lo que representa una elevada inversión de capital.

Por lo tanto, se consideran opciones artesanales para su aprovechamiento que pueden ser aplicadas a pequeña escala, obteniendo así beneficios directos e indirectos para los comerciantes, tales como reducción del costo por la recogida de la cáscara e ingresos extras al de la venta de pulpa y agua de coco.

Como primer paso se considera de gran importancia la implementación de un taller de educación ambiental para despertar e impulsar el interés por el pleno aprovechamiento del fruto, teniendo una concepción del fruto de manera íntegra para mejorar así su aprovechamiento demostrando su importancia, y posteriormente de manera complementaria capacitaciones de elaboración de sustrato a pequeña escala ya sea para uso personal o para emprender una micro empresa que genere ingresos adicionales y sobre todo como alternativa a su envío a disposición final.

Otra alternativa es promover la creación de una cooperativa entre los comerciantes, ya que conformar un grupo organizado podrá representar beneficios

para sus integrantes, como la posibilidad de emprender un centro de acopio, con el fin de elaborar sustrato, fibra o carbón. Gracias a los datos recabados se considera adecuado que para crear un centro de acopio la ubicación sea dentro del municipio de Xoxocotla, ya que representa un sitio de convergencia para los comerciantes de otros municipios.

## VIII. Principales hallazgos

A nivel mundial existen investigaciones que centran su atención en el desarrollo de nuevos productos y las múltiples aplicaciones para la fibra que proviene de la cáscara de coco; sin embargo, una gran parte de estos concluyen que existe desaprovechamiento de esta materia prima a gran media por parte de los productores, de la industria y de los comerciantes. Gracias al presente estudio se conocen las condiciones específicas de la generación y parte del manejo que se le confiere a la cáscara de coco como residuo en un punto de comercio mayorista para el estado de Morelos, llegando a coincidir con otras investigaciones (Quito, 2016; Intriago, 2016; Londoño, 2017) en cuanto al gran desaprovechamiento existente.

Actualmente el 100% de los comerciantes mayoristas de coco del municipio de Xoxocotla conocen distintas formas de aprovechamiento de la cáscara de coco, cuatro de ellos lo transfieren a terceros y uno le confiere un uso como carbón. La aplicación del instrumento permitió conocer que los comerciantes minoristas que acuden a adquirir el fruto a estos negocios ofrecen el coco en 11 municipios aledaños a Xoxocotla, siendo principalmente provenientes de Jojutla, Cuernavaca, Xochitepec y Puente de Ixtla. El 92% del total de comerciantes minoristas presentan recolección de sus residuos (445 toneladas al año) por medio del servicio municipal de recolección por lo tanto son enviados junto con los RSU a disposición final. El 58% de los comerciantes minoristas generan aproximadamente 158.4 kg de residuos a la semana lo que equivale a 8.2 toneladas de residuos de coco al año.

En comparación con la investigación realizada por Quito (2016) se resaltan aspectos como la generación de cáscara de aproximadamente 9,360 kg al año en Ecuador, ya que refiere que se comercializan 180 cocos en promedio semanalmente, de los cuales la totalidad de encuestados aseguraron desechar la totalidad de la cáscara sin ningún aprovechamiento, a pesar de que un 38% expresó conocer alguna forma de uso de la cáscara. Se llegó a la conclusión que en Ecuador existe muy poca información acerca de la producción de coco y el tratamiento de los residuos de este

fruto, por lo que en su caso propone el establecimiento de un centro de acopio para la cáscara con la finalidad de producir fibras y carbón activado con miras de exportación, además se plantea incluir capacitaciones para los vendedores de coco con la finalidad de que se realice un almacenaje y transporte eficiente.

Se sabe que el principal problema para la reducción y aprovechamiento de este residuo es que la generación se encuentra dispersa y por lo tanto es elevado el costo para su recogida, sin embargo estos serán factores que cada vez representarán menos condicionantes o limitantes para su aprovechamiento ya que va aumentando su importancia tanto económica y como ambiental, adquiriendo un mayor beneficio (SAGARPA, 2015).

La cáscara de coco actualmente no es valorizada, sin embargo, puede ser sujeta a aprovecharse, ya que hasta al momento es enviada a los sitios de disposición final junto con los Residuos Sólidos Urbanos, reduciendo su vida útil y aumentando la necesidad de abrir nuevos sitios para la disposición final. Además, gracias a los datos obtenidos es claro que se debe proponer a los comerciantes la elaboración de un plan de manejo para la cáscara obtenida.

También existe la posibilidad de que los comerciantes del fruto puedan generar ingresos a partir de la cáscara, ya sea promoviendo talleres para los interesados en desarrollar proyectos enfocados al aprovechamiento de la cáscara, considerando como mejor opción para las condiciones específicas de la región y la generación de residuo la elaboración de sustrato, sin embargo dependiendo las posibilidades y los intereses tanto de los comerciantes o empresarios se podrían explotar otros aprovechamientos como la elaboración de carbón, combustible o fibra.

## IX. Conclusiones y recomendaciones

Se planteó como objetivo del presente trabajo realizar una estimación de la generación de cáscara de coco como residuo de la comercialización del coco y además, por medio del análisis de datos, comprender el manejo actual del residuo en la región; gracias a los resultados encontrados se desprenden una serie de conclusiones que se consideran relevantes.

En cuanto a la generación de cáscara de coco como residuo se estima que se generan alrededor de 489 a 708 toneladas al año para el grupo de estudio, en la región mayorista de Xoxocotla, los comerciantes adquieren el fruto para comercializarlo en municipios aledaños (principalmente de Jojutla y Cuernavaca). Los comerciantes se dividen en cuatro grupos de acuerdo a la cantidad de residuo que cada comerciante genera; el 18% generan al año alrededor de 5.4 toneladas, el 58% generan aproximadamente 8.2 toneladas al año, el 19% generan 10.9 toneladas y un 5% generan más de 10.9 toneladas al año.

Los comerciantes mayoristas realizan la transferencia de la cáscara de coco a terceras personas por lo cual consideran su residuo como un subproducto ya que es aprovechado en otros procesos, sin embargo, los métodos llevados a cabo actualmente para su aprovechamiento son rústicos y por lo tanto no cumplen ningún parámetro o medida que mitigue los posibles daños al ambiente.

Respecto a las medidas de manejo de la cáscara de coco por los comerciantes minoristas, se obtuvo mediante la encuesta información que nos conduce a identificar 11 municipios a los cuales es segregado el residuo (Cuernavaca, Jiutepec, Jojutla, Mazatepec, Puente de Ixtla, Temixco, Tlaltizapan, Tlaquiltenango, Xochitepec y Zacatepec), en donde es combinado con los RSU en la recolección municipal. El intervalo de recolección municipal varía dependiendo el municipio (diario, tres veces por semana o dos veces por semana), así mismo el tipo de sitio de

disposición final difiere dependiendo el municipio, ya que cada uno realiza la recolección de manera independiente uno de otro.

Concordando con otros estudios, el presente trabajo concluye que actualmente en la región de estudio existe una gran cantidad de cáscara de coco que es desechada (445 toneladas al año), por lo que se recomienda ampliar y complementar la información obtenida por medio de una evaluación de la demanda de subproductos de la cáscara de coco para la región, con el fin de explotar las características de este residuo y promover su aprovechamiento, por lo cual se sugiere evaluar la demanda de sustrato en la región.

De acuerdo con los datos disponibles solo se cuenta con la composición porcentual de los RME del periodo comprendido entre 2008 y 2009 para el estado de Morelos en donde indican que el total de residuos manejados para esa fecha solo un 0.95% fueron residuos de tipo orgánico. Considerando que los residuos orgánicos son los generadores principales de los lixiviados, de la producción de gas metano y del mal olor en los sitios de disposición final, se deben tomar en cuenta acciones que reduzcan el continuo y desmedido envío de residuos orgánicos a sitios de disposición final sin un adecuado manejo debido a la escases de información.

Este trabajo aporta información de relevancia respecto a un tipo de residuo en específico que entra en la categoría de RME y además de ser un residuo de tipo orgánico tiene características convenientes para ser aprovechado en diversos procesos y evitar de esta manera su envío a disposición final. Por lo tanto se recomienda, evaluar la factibilidad de emprender una micro-empresa de producción de sustrato por medio del acopio de la cáscara, evaluando la presencia de clientes potenciales presentes en la entidad.

Es necesario definir las estrategias para difundir y comunicar a los comerciantes las alternativas posibles para prevenir y minimizar la generación del residuo y maximizar su aprovechamiento.

Finalmente, al ser el primer estudio de generación de residuo de este tipo se genera información valiosa como primer acercamiento y fundamento para la elaboración de un Plan de Manejo para la cáscara de coco específicamente para los comerciantes de esta región.

## Trabajos citados

- Agopyan, V., Savastano, H., John, V., & Cincotto, M. (mayo de 2005). Developments on vegetable fibre-cement based materials in São Paulo, Brazil: an overview. *Cement and Concrete Composites*, 27(5), 527-536.
- Aguilar, S. (enero-agosto de 2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11(1-2), 333-338.
- Allen, J. A. (2002). Cocos nucifera L. En J. A. Allen, *Tropical tree seed manual: Part II* (págs. 399-401). Washington, United States: Agric Handb.
- Andino, J. E., & Bustos, P. J. (23 de mayo de 2012). *Estudio de la prefactibilidad de la producción de leche de coco*. Recuperado el 5 de diciembre de 2017, de Universidad San Francisco de Quito. Biblioteca Repositorio Digital: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1366/1/103206.pdf>
- Balestrini, M. (1998). *Cómo se elabora el proyecto de investigación*. Caracas, Venezuela: BL Consultores asociados.
- Burton, J. (27 de abril de 2017). *The World Leaders In Coconut Production*. Recuperado el 8 de diciembre de 2017, de Worldatlas: <http://www.worldatlas.com/articles/the-world-leaders-in-coconut-production.html>
- Cardona, M. M. (2007). *Minimización de residuos: una política de gestión ambiental empresarial* (Vol. 1). Aburrá: Producción mas limpia.
- Castañeda, G., Argüello, T., & Vecchia, F. (2010). Desempeño térmico de techo alternativo para vivienda en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. *Revista de la construcción*, 9(1), 81-88.

- Chávez, Á., & Rodríguez, A. (2016). Aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas y forestales en Iberoamérica. *Revista Academia y Virtualidad*, 9(2), 90-107.
- CONCAMIN. (2017). *Agroindustria en la zona centro – sur del país, gran oportunidad para el desarrollo productivo de la región México. Comunicado de prensa*. Cuernavaca, Morelos: CONCAMIN-SAGARPA.
- Congreso de la Unión. (8 de octubre de 2003). Ley general para la prevención y gestión integral de residuos. (D. O. Federación, Ed.) *Diario Oficial de la Federación*, pág. 40.
- Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos. (2017). *Estrategia para la Gestión Integral de los Residuos del estado de Morelos*. (Vol. 5474). Cuernavaca, Morelos, México: Periodico oficial Tierra y Libertad.
- Cortinas, C. (2018). *Información sobre residuos de manejo especial contenida en los Programas Estatales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. Recuperado el 14 de julio de 2018, de Dra. Cristina Cortinas de Nava: <http://cristinacortinas.org/sustentabilidad/diagnosticos-de-residuos/>
- Cury, K., & cols. (2017). Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento. *Revista colombiana de Ciencia Animal*, 122-132.
- DOF. (8 de octubre de 2003). Ley general para la prevención y gestión integral de residuos. (D. O. Federación, Ed.) *Diario Oficial de la Federación*, pág. 40.
- DOF. (13 de febrero de 2013). Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011. (D. Oficial, Ed.) *Diario Oficial de la Federación*, págs. 12-39.
- Domínguez, M. G. (2012). *Separación de los residuos sólidos urbanos, susceptibles a ser valorizados, que contribuya al mejoramiento del entorno de la colonia de Atlahuayan*

, *municipio de Yautepec Morelos, Bajo el enfoque ecosistémico*. Cuernavaca, Morelos, México: Instituto Nacional de Salud Pública.

FAO. (2017). *Coco*. Recuperado el 7 de noviembre de 2017, de FAOStat. Food and agriculture organization of the United Nations: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>

FAO. (2017). *Gasificación de biomasa*. (M. d. minería, Ed.) Recuperado el 8 de enero de 2018, de Organización de las naciones unidad para la alimentación y la agricultura: [chrome-extension://oemmdhttp://www.probiomasa.gob.ar/\\_pdf/04Gasificacion\\_hojaTecnica.pdf](http://www.probiomasa.gob.ar/_pdf/04Gasificacion_hojaTecnica.pdf)

FAO. (2017). *Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura*. Recuperado el 22 de octubre de 2017, de Fibras del futuro: <http://www.fao.org/economic/futurefibres/fibres/coir/es/>

Flores, F. R. (2006). *Alternativas tecnológicas del cocotero de Asia-Pacífico, ventaja competitiva para el cocotero de México* (Vol. 1). Colima, Colima, México: Universidad de Colima.

Flores, F. R. (2006). *Alternativas tecnológics del cocotero de Asia- Pacífico, ventaja competitiv para el cocotero de México*. (C. U. pacífico, Ed.) Colima, Colima, México: Universidad de Colima.

Flotats Ripoll, X., & Solé Mauri, F. (2008). Situación actual en el tratamiento de los residuos orgánicos: aspectos científicos, economicos y legislativos. En J. Moreno Caasco, *Compostaje* (pág. 570). Ciudad de México: Grupo Mundi-prensa.

Forero-Nuñez, C., Cediell-Ulloa, A., Rivera-Gil, J., Suaza-Montalvo, A., & Sierra-Vargas, F. (2012). Estudio preliminar del potencial energético de cuesco de plama y cáscara de coco en Colombia. *Revista Ingeniería Solidaria*, 8(14), 19-25.

- Granados Sánchez, D., & López Ríos, G. F. (2002). Manejo de la Palma de coco (*Cocos nucifera* L.) en México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 8(1), 39-48.
- Granados, D., & López, G. F. (2002). Manejo de la Palma de coco (*Cocos nucifera* L.) en México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 8(1), 39-48.
- Gro Intelligence. (30 de septiembre de 2016). *Cuckoo for Coconuts: Demand Is Soaring, but Production Isn't Keeping Up*. Recuperado el 8 de diciembre de 2017, de Gro Intelligence: <https://gro-intelligence.com/insights/coconuts-growing-demand-stagnant-production>
- Guerrero González, J., Ramón Castillo, R., Herrera Roldan, V., & Alejandro Pantoja, E. J. (diciembre de 2015). Consumo de subproductos del coco en industrias de México. (F. Santillán Campos, Ed.) *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 4(8), 1-21.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2003). *Metodología de la investigación*. México, Edo de México, México: McGraw-Hill.
- Hernández, M. A., Cantín, S., López, N., & Rodríguez, M. (2010). *Estudio De Encuestas*. Ciudad de México: Educación especial.
- Hussain, S. A., Pandurangadu, V., & Palanikumar, K. (2011). Mechanical properties of green coconutfiber reinforced HDPE polymer composite. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 3(11), 7942-7952.
- IBM. (1989). SPSS Statistics 22. Estados Unidos.
- INIFAP. (2012). *Selección de una variedad de palma cocotera (*Cocos nucifera* L.) con las características que el mercado demanda*. Tecnología transferida en 2012, INIFAP, Nayarit.

- Intriago, T. N. (2016). *Estudio de pre factibilidad para la elaboración de un abono orgánico en base del reciclaje de la corteza del coco en el km 27½ vía perimetral norte de la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil, Ecuador: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.
- Isza-Arias, G. C., & cols. (26 de noviembre de 2009). *Comparación de dos técnicas de aireación en la degradación de la materia orgánica*. Recuperado el 5 de enero de 2018, de Universidad y ciencia: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-29792009000300005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-29792009000300005&script=sci_arttext)
- Kiss Köfalusi, G., & Encarnación Aguilar, G. (2006). *Sistema de Información Científica Redalyc*. (S. d. Naturales, Ed.) Recuperado el 28 de noviembre de 2017, de Los productos y los impactos de la descomposición de residuos sólidos urbanos en los sitios dedisposición final: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53907903>
- Lanfranco, J., & Palancar, T. (4 de septiembre de 2013). *Reducción de residuos orgánicos urbanos. Capacitación pública sobre compostaje y lombricompostaje*. (F. d. Social, Ed.) Recuperado el 20 de diciembre de 2017, de Revista electrónica sobre extensión universitaria: [chrome-extension://oemmndcblldboiebfnladdacbfmadadm/http://perio.unlp.edu.ar/ojs/index.php/extensionenred/article/viewFile/1685/1662](http://oemmndcblldboiebfnladdacbfmadadm/http://perio.unlp.edu.ar/ojs/index.php/extensionenred/article/viewFile/1685/1662)
- Lemache, M. A., & Pacheco, K. P. (2015). *Estudio del procesamiento de la fibra de coco para la exportación a España y sus beneficios en la economía solidaria de los productores del recinto Tolita Pampa de Oro, cantón Eloy Alfaro, al norte de Esmeraldas*. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Limones, V., & Fernández, M. (2016). *El cocotero: "El árbol de la vida"*. Yucatán: Herbario CICY.

- Londoño Quintero, Y. (2017). *Propuesta de una línea de empaques biodegradables a partir de fibra de coco y bambú laminado*. Bello, Colombia: Universidad de San Buenaventura Colombia.
- Londoño, Y. (2017). *Propuesta de una línea de empaques biodegradables a partir de fibra de coco y bambú laminado*. (F. d. Integradas, Ed.) Bello, Colombia: Universidad de San Buenaventura Colombia.
- Madakson, P., & cols. (marzo de 2012). Characterization of coconut shell ash for potential utilization in metal matrix composites for automotive applications. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 4(3), 1190-1198.
- Maldonado, L. (Marzo de 2006). Reducción y reciclaje de residuos sólidos urbanos en centros de educación superior. *Revista Ingeniería*, 10(1), 59-68.
- Mejía, E. (2017). *Análisis de factibilidad para la creación de una empresa de reducción de carbón orgánico mediante el reciclaje de la corteza de coco con visión de exportación*. Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- MéxicoRed. (2017). *MéxicoRed*. Recuperado el 1 de diciembre de 2017, de Proveedores, distribuidores y fabricantes de Fibra de coco: <http://fibra-de-coco.mexicored.com.mx/>
- Morelos poder ejecutivo. (6 de julio de 2015). *Morelos poder ejecutivo*. Recuperado el 5 de diciembre de 2017, de Residuos son recursos: disposición final sustentable en Morelos: <http://morelos.gob.mx/?q=prensa/nota/residuos-son-recursos-disposicion-final-sustentable-en-morelos>
- Muñoz Jerez, Z. d. (2007). *Comparación del sustrato de fibra de coco con los sustratos de corteza de pino compostada, perlita y vermiculita en la producción de plantas de Eucalyptus globulus (Labill)*. (F. d. forestales, Ed.) Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile.

- Navarro Pedreño , Moral Herrero, Gómez Lucas, & Mataix Beneyto. (1995). *Residuos orgánicos y agricultura*. Alicante, España: Espagrafic.
- Navarro, & cols. (1995). *Residuos orgánicos y agricultura*. (Espagrafic, Ed.) Recuperado el 20 de diciembre de 2017, de Universidad de Alicante: chrome-extension://oemmndcbldboiebfnladdacbfdmadadm/https://www.researchgate.net/profile/Jose\_Navarro-Pedreno2/publication/235941169\_Residuos\_organicos\_y\_agricultura/links/02e7e515e8998b0bdb000000/Residuos-organicos-y-agricultura.pdf
- Navarro, J. F. (2005). *Elaboración y evaluación de tableros aglomerados a base de plástico de alta densidad y fibra de estopa de coco*. Coquimatlan, Colima, México: Universidad de Colima.
- Orozco, C. A. (2013). *Estudio de pre factibilidad para la creación de una planta de carbón activado a base de cascara de coco en Tumaco y sus alrededores*. Santiago de Cali, Colombia: Universidad ICESI.
- Parque Científico Tecnológico de Yucatán. (6 de octubre de 2015). *El coco empieza a dominar la industria*. Recuperado el 7 de noviembre de 2017, de Shorthandsocial: <https://social.shorthand.com/PCTYUC/n22tlwPO2c/el-coco-empieza-a-dominar-la-industria>
- Parrotta, J. (1993). Cocos nucifera L. Coconut palm, palma de coco. (I. I. Forestry, Ed.) *Department of Agriculture*, 57, 7.
- Periódico Oficial Tierra y Libertad. (2017). *Decreto número dos mil trescientos cuarenta y cuatro.- Por el que se crea el municipio de Xoxocotla, Morelos*. Cuernavaca, Morelos, México: Periódico Oficial Tierra y Libertad.
- Pineda Burgos, A., & Navarrete Rivadeneira, J. (2017). *Obtención de celulosa microcristalina a partir de la fibra de estopa de coco*. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil.

*Programa estatal para la prevención y gestión integral de los residuos para el Estado de Morelos.* (s.f.). Obtenido de chrome-extension://oemmndcblldboiebfnladdacbdm/https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/187462/Morelos.pdf

Quintanillas, M. E. (2010). *Industrialización de la fibra de estopa de coco.* (F. d. Arquitectura, Ed.) San Salvador, San Salvador, El Salvador: Universidad de El Salvador.

Quintero, S., & González, L. (2006). Uso de la fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. *Universidad de Colombia*, 134-150.

Quito, A. J. (2016). *Aprovechamiento de los residuos de coco para su uso interno y exportación.* Guayaquil.

Ramos Alvariño, C. (2005). Residuos orgánicos de origen urbano e industrial que se incorporan al suelo como alternativa económica en la agricultura. *Revista CENIC. Ciencias Químicas*, 36(1), 45-53.

Rincón, J., Rincón Reyna, P. G., Torres Maravilla, E., Mondragón Rojas, A. G., Sánchez Pardo, M. E., Arana Cuenca, A., y otros. (2016). Caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra de mesocarpio de coco (*Cocos nucifera* L.). (J. G. Báez González, Ed.) *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(2), 279-284.

Ríos, R. (2013). *Alternativas para incrementar la competitividad de empresas agroindustriales cocoteras a través del aprovechamiento integral de sus materias primas.* Ciudad de México, México: Universidad Autónoma del Estado de México.

Rosa, R. (2007). *Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación.* (FAO, Ed.) Recuperado el 15 de noviembre de 2017, de Buenas prácticas para

la producción en pequeña escala de agua de coco embotellada:  
<http://www.fao.org/3/a-a1418s.pdf>

SAGARPA. (2014). *Cocotero (Cocos nucifera L.) Guía técnica para la descripción varietal*. (SNICS, Ed.) Tlalnepantla, Estado de México, México: SAGARPA.

SAGARPA. (2014). *Cocotero (Cocos nucifera L.) Guía técnica para la descripción varietal*. (SNICS, Ed.) Tlalnepantla, Estado de México, México: SAGARPA.

SAGARPA. (2015). *Plan de manejo de residuos generados en actividades agrícolas. Primera etapa: Diagnóstico Nacional*. Cd de México, México: SAGARPA.

SAGARPA. (2016). *Programa de Productividad y Competitividad Alimentaria Componente de Desarrollo Productivo del Sur-Sureste*. México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

SAGARPA. (2017). *Aumenta 9.2% producción de coco en México: Sagarpa*. Recuperado el 8 de diciembre de 2016, de Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación: <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/guerrero/boletines/Paginas/2017B040.aspx>

SAGARPA. (2017). *Planeación agrícola nacional 2017-2030. Palma de coco mexicana*. Sagarpa. Ciudad de México: SAGARPA.

Sampieri, R., Fernández, & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación* (4 ed.). Ciudad de México, México: McGraw-Hill.

Sandoval, M., Zapata, M., Celis, J., Quezada, C., & Capulín, A. (2013). Efecto de la aplicación de fibra de coco (*Cocos nucifera L.*) en el almacenamiento y eficiencia del uso del agua en un Alfisol, sembrando con ballica (*Lolium multiflorum L.*) y en la toxicidad en lechuga (*Lactuca sativa L.*). (U. A. Chile, Ed.) *Agro Sur*, 41(3), 1-11.

- Saval, S. (2012). Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales: Pasado, Presente y Futuro. *BioTecnología*, 16(214).
- Sociedad colimense de estudios históricos A.C. (2017). *Reseña histórica y datos sobre el coco*. Recuperado el 5 de diciembre de 2017, de Sociedad colimense de estudios hitóricos A.C.: <http://sceh.blogspot.mx/2010/05/resena-historica-y-datos-sobre-el-coco.html>
- Solé, F., & Flotats, X. (2014). *Guía de técnicas de gestión ambiental de reisdusos agrarios*. San Salvador: Arts Grafiques Bobalá S. L.
- Tchobanoglous, G., & cols. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*. (A. Cubillos Mérida, Trad.) España: McGraw-Hill Interamericana de España.
- Tenorio Chila, J. (2017). *Estudio de caso Análisis de la producción de derivados del coco con perspectiva de exportación en la ciudad de Esmeraldas*. Esmeraldas.
- Urien, A. (2013). *Obtención de biocarbones y biocombustibles mediante pirólisis de biomasa residual*. Madrid: Consejo superior de investigaciones científicas.
- Valadez-Carmona, L., & cols. (2016). Deshidratación con microondas de exocarpio de coco. *XX Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica, IX Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica, XIV Jornadas Científicas de Biomedicina y Biotecnología Molecular* (págs. 22-31). Veracruz: Colegio mexicano de ingenieros bioquímicos A.C.
- Vargas Corredor, Y. A., & Perez Perez, L. I. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 14(1), 1-14.
- Zulkifli, R., Zulkarnain, & Jailani, M. (2010). Noise control using coconut coir fiber sound absorber with porous layer backing and perforated panel. *American Journal of Applied Sciences*, 7(2), 260-264.

## **Anexos**

# Anexo 1. Encuesta a los comerciantes mayoristas de coco en el estado de Morelos



## Encuesta a los comerciantes mayoristas de coco en el estado de Morelos.

Esta encuesta forma parte de un proyecto de investigación para la Especialidad de Gestión Integral de Residuos de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos con la finalidad de generar información actualizada del estado. Se agradece su colaboración ya que la veracidad de sus respuestas nos proveerá de información de gran valor y utilidad.

Bodega: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Folio: \_\_\_\_\_

### I. Datos de identificación del encuestado

ID \_\_\_\_\_  
(nombre o datos de identificación permanecera en secrecía)

1.- Sexo: 1) Hombre  2) Mujer  2.- Edad

### II. Datos del negocio

3.- ¿Desde hace cuánto tiempo aproximadamente se dedica a la venta de coco?  
 1) 10 años o menos   
 2) De 10 a 20 años   
 3) De 20 a 30 años   
 4) 30 años o más

4.- ¿Usted sabe de dónde traen el coco?  
 1) Si  Pasar a la pregunta 5  
 2) No  Pasar a la pregunta 6

5.- ¿De dónde traen el coco?

6.- ¿Aproximadamente cuántas piezas de coco compra a la semana?  
 1) Menos de 1000   
 2) 1000 a 2000   
 3) 2000 a 3000   
 4) 3000 o más

7.- ¿Cada cuánto tiempo se surte de coco?  
 1) Dos veces a la semana  
 2) Una vez a la semana  
 3) Cada 15 días  
 4) Otro

8.- ¿Qué tipo de coco maneja?  
 1) De agua   
 2) Media   
 3) Macizo   
 4) Jimado   
 5) Todos

9.- ¿En qué meses cree usted que aumenta la venta de coco?  
 1. Enero  5. Mayo  9. Septiembre   
 2. Febrero  6. Junio  10. Octubre   
 3. Marzo  7. Julio  11. Noviembre   
 4. Abril  8. Agosto  12. Diciembre

### III. Datos del residuo

10.- ¿Qué es lo que hace con la cáscara de coco?  
 1) La recolecta el camión recolector (Municipal)  Pasar a la pregunta 11  
 2) La quema  Pasar a la pregunta 14  
 3) La vende  Pasar a la pregunta 17  
 4) Otro  Pasar a la pregunta 17

11.- ¿Cuántas veces a la semana pasa el camión recolector por su cáscara?  
 1) 1 vez a la semana   
 2) 2 veces a la semana   
 3) 3 veces a la semana   
 4) Otro

12.- ¿Presenta algún tipo de problema al momento de que el camión recolector se lleva la cáscara de coco?  
 1) Si  Pasar a la pregunta 14  
 2) No  Pasar a la pregunta 16

13.- ¿Qué problema  Pasar a la pregunta 16

14.- ¿Cada cuánto tiempo quema su cáscara de coco?  
 1) 1 vez a la semana   
 2) 2 veces a la semana   
 3) 3 veces a la semana   
 4) Otro

15.- ¿Cree usted que la cáscara generada de la venta de coco podrían aprovecharse?  
 1) Si  Pasar a la pregunta 16  
 2) No  Pasar a la pregunta 19

16.- ¿De qué manera cree usted que podrían aprovecharse?

17.- ¿Cuál es el precio de venta de la cáscara de coco?

Pasar a la pregunta 19

18.- ¿Cada cuánto tiempo vende su cáscara de coco?  
 1) 1 vez a la semana  
 2) 2 veces a la semana  
 3) 3 veces a la semana

19.- ¿Cuál es su opinión sobre la basura?

## Anexo 2. Encuesta a los comerciantes minoristas de coco en el estado de Morelos



### Encuesta a los comerciantes minoristas de coco en el estado de Morelos.

Esta encuesta forma parte de un proyecto de investigación para la Especialidad de Gestión Integral de Residuos de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos con la finalidad de generar información actualizada del estado. Se agradece su colaboración ya que la veracidad de sus respuestas nos proveerá de información de gran valor y utilidad.

Bodega: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Folio: \_\_\_\_\_

#### I. Datos de identificación del encuestado

Id \_\_\_\_\_  
(nombre o datos de identificación permanecera en secrecia)

1.- Sexo: 1) Hombre  2) Mujer  2.- Edad

#### II. Datos del negocio

3.- ¿Desde hace cuánto tiempo aproximadamente se dedica a la venta de coco? 4.- ¿Dónde se encuentra el establecimiento donde ofrece el coco?

- 1) 5 años o menos   
2) De 5 a 10 años   
3) De 10 a 15 años   
4) 15 años o más

Municipio:

5.- ¿Aproximadamente cuántas piezas de coco ingresan a su negocio a la semana?

- 1) 50-100   
2) 100-150   
3) 150-200   
4) Más de 200

6.- ¿Cada cuánto tiempo compra coco?

- 1) Cada 15 días   
2) Una vez por semana   
3) Dos veces por semana   
4) Otro

7.- ¿Qué cantidad aproximada de coco maneja?

- 1) De agua   
2) Media   
3) Macizo   
4) Indiferente

8.- ¿En qué meses cree usted que aumenta la venta de coco?

- |                                     |                                    |  |
|-------------------------------------|------------------------------------|--|
| 1. Enero <input type="checkbox"/>   | 5. Mayo <input type="checkbox"/>   | 9. Septiembre <input type="checkbox"/> |
| 2. Febrero <input type="checkbox"/> | 6. Junio <input type="checkbox"/>  | 10. Octubre <input type="checkbox"/>   |
| 3. Marzo <input type="checkbox"/>   | 7. Julio <input type="checkbox"/>  | 11. Noviembre <input type="checkbox"/> |
| 4. Abril <input type="checkbox"/>   | 8. Agosto <input type="checkbox"/> | 12. Diciembre <input type="checkbox"/> |

9.- ¿De qué manera utiliza el coco?

- 1) Venta (fruto)  3) Elaboración de aceite   
2) Venta (leche de coco)  4) Otro

#### III. Datos del residuo

10.- ¿Qué es lo que hace con su cáscara de coco?

- 1) La recolecta el camión recolector (municipal)  Pasar a la pregunta 11  
2) La quema  Pasar a la pregunta 14  
3) La vende  Pasar a la pregunta 18  
4) Otro

11.- ¿Cuántas veces a la semana pasa el camión recolector por su cáscara?

- 1) 1 vez a la semana   
2) 2 veces a la semana   
3) 3 veces a la semana   
4) Otro

12.- ¿Presenta algún tipo de problema al momento de que el camión recolector se lleva la cáscara de coco?

- 1) Si  Pasar a la pregunta 13  
2) No  Pasar a la pregunta 15

13.- ¿Qué problema?

Pasar a la pregunta 15

14.- ¿Cada cuánto tiempo quema su cáscara de coco?

- 1) 1 vez a la semana   
2) 2 veces a la semana   
3) 3 veces a la semana   
4) Otro

15.- ¿Le gustaría contar con un sistema de recolección de la cáscara de coco?

- 1) Si   
2) No

17.- ¿De qué manera cree usted que podrían aprovecharse?

Pasar a la pregunta 20

16.- ¿Cree usted que la cáscara generada de la venta de coco podrían aprovecharse?

1) Si  Pasar a la pregunta 18

2) No  Pasar a la pregunta 21

18.- ¿Cuál es el precio de venta de su cáscara de coco?

19.- ¿Cada cuánto tiempo vende su cáscara de coco?

- 1) 1 vez a la semana   
2) 2 veces a la semana   
3) 3 veces a la semana   
4) Otro

20.- ¿Cuál es su opinión sobre la basura?

### Anexo 3.

	Peso de fruto (g)	Peso de mesocarpio (g)	Peso de mesocarpio %
INIFAP (2012)	2436	664	27%
Ecotipo Nayarit (2012)	2535	1223	48%
Productor Nayarit(2012)	2140	1397	65%
Sagarpa (2014)	2500		
Rincón Reyna, y colaboradores (2016)			35%
Promedio	2402		44%

Elaborado a partir de INIFAP (2012), SAGARPA (2014), Rincón Reyna, y colaboradores (2016).

### Anexo 4.



Encuestas a comerciantes en el municipio de Xoxocotla.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



Centro de Investigación en Biotecnología

Especialidad en Gestión Integral de Residuos

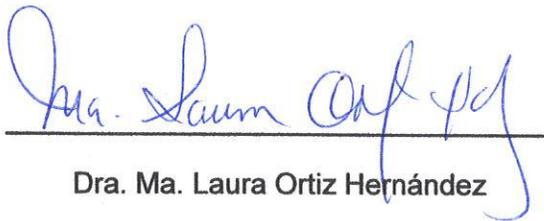
Cuernavaca, Morelos, 14 de enero de 2019

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA  
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
PRESENTE**

Como miembro del Jurado de la alumna **C. NOHEMÍ EUNICE ARRIETA AGUILAR** con número de matrícula **10010298**, aspirante al grado de Especialista en Gestión Integral de Residuos y después de haber evaluado la tesina titulada **“ESTUDIO DE LA GENERACIÓN Y MANEJO DE LOS RESIDUOS DE LA COMERCIALIZACIÓN DE COCO EN EL MUNICIPIO DE XOXOCOTLA, MORELOS”**, considero que el documento reúne los requisitos académicos para su defensa oral en el examen de grado. Por lo tanto, emito mi **VOTO APROBATORIO**.

Agradezco de antemano la atención que se sirva prestar a la presente.

Atentamente  
*Por una humanidad culta*  
*Una universidad de excelencia*



Dra. Ma. Laura Ortiz Hernández



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

Centro de Investigación en Biotecnología

Especialidad en Gestión Integral de Residuos

Cuernavaca, Morelos, 14 de enero de 2019

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA  
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
PRESENTE**

Como miembro del Jurado de la alumna **C. NOHEMÍ EUNICE ARRIETA AGUILAR** con número de matrícula **10010298**, aspirante al grado de Especialista en Gestión Integral de Residuos y después de haber evaluado la tesina titulada **“ESTUDIO DE LA GENERACIÓN Y MANEJO DE LOS RESIDUOS DE LA COMERCIALIZACIÓN DE COCO EN EL MUNICIPIO DE XOXOCOTLA, MORELOS”**, considero que el documento reúne los requisitos académicos para su defensa oral en el examen de grado. Por lo tanto, emito mi **VOTO APROBATORIO**.

Agradezco de antemano la atención que se sirva prestar a la presente.

Atentamente  
*Por una humanidad culta*  
*Una universidad de excelencia*



M. MRN. Julio César Lara Manrique



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



Centro de Investigación en Biotecnología

Especialidad en Gestión Integral de Residuos

Cuernavaca, Morelos, 14 de enero de 2019

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA  
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
PRESENTE**

Como miembro del Jurado de la alumna **C. NOHEMÍ EUNICE ARRIETA AGUILAR** con número de matrícula **10010298**, aspirante al grado de Especialista en Gestión Integral de Residuos y después de haber evaluado la tesina titulada **“ESTUDIO DE LA GENERACIÓN Y MANEJO DE LOS RESIDUOS DE LA COMERCIALIZACIÓN DE COCO EN EL MUNICIPIO DE XOXOCOTLA, MORELOS”**, considero que el documento reúne los requisitos académicos para su defensa oral en el examen de grado. Por lo tanto, emito mi **VOTO APROBATORIO**.

Agradezco de antemano la atención que se sirva prestar a la presente.

Atentamente  
**Por una humanidad culta**  
*Una universidad de excelencia*

Dr. Efraín Tovar Sánchez



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

Centro de Investigación en Biotecnología

Especialidad en Gestión Integral de Residuos

Cuernavaca, Morelos, 14 de enero de 2019

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA  
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
PRESENTE**

Como miembro del Jurado de la alumna **C. NOHEMÍ EUNICE ARRIETA AGUILAR** con número de matrícula **10010298**, aspirante al grado de Especialista en Gestión Integral de Residuos y después de haber evaluado la tesina titulada **“ESTUDIO DE LA GENERACIÓN Y MANEJO DE LOS RESIDUOS DE LA COMERCIALIZACIÓN DE COCO EN EL MUNICIPIO DE XOXOCOTLA, MORELOS”**, considero que el documento reúne los requisitos académicos para su defensa oral en el examen de grado. Por lo tanto, emito mi **VOTO APROBATORIO**.

Agradezco de antemano la atención que se sirva prestar a la presente.

Atentamente  
*Por una humanidad culta*  
*Una universidad de excelencia*

Dr. Alexis Joavany Rodríguez Solís



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



Centro de Investigación en Biotecnología

Especialidad en Gestión Integral de Residuos

Cuernavaca, Morelos, 14 de enero de 2019

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA  
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
PRESENTE**

Como miembro del Jurado de la alumna **C. NOHEMÍ EUNICE ARRIETA AGUILAR** con número de matrícula **10010298**, aspirante al grado de Especialista en Gestión Integral de Residuos y después de haber evaluado la tesina titulada **“ESTUDIO DE LA GENERACIÓN Y MANEJO DE LOS RESIDUOS DE LA COMERCIALIZACIÓN DE COCO EN EL MUNICIPIO DE XOXOCOTLA, MORELOS”**, considero que el documento reúne los requisitos académicos para su defensa oral en el examen de grado. Por lo tanto, emito mi **VOTO APROBATORIO**.

Agradezco de antemano la atención que se sirva prestar a la presente.

Atentamente  
**Por una humanidad culta**  
*Una universidad de excelencia*



M. C. Enrique Sánchez Salinas