

# Prototipo de urna funeraria ecológica elaborada con fibra de coco



## Colaboración

Alondra Izamar Llamas Flores; José Luis Vázquez Banda; José Javier Balderrama Casillas; Jorge Mauricio Reyes Ramirez, María Cristina Pedraza Marín, Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Colima

**RESUMEN:** Se desarrolló y describió un método para la elaboración de urnas biodegradables a partir de una masa orgánica hecha a base de fibra de coco y pegamento orgánico.

El desarrollo de una urna biodegradable surge como solución a una problemática tanto ambiental como social de disminuir los gastos de los servicios funerarios, el aprovechamiento de residuos de coco y minimizar el espacio requerido por los cementerios en el municipio de Villa de Álvarez y la ciudad de Colima, México. Debido a las características y versatilidad con las que cuenta la fibra de coco la hacen una materia prima aplicable en la creación de diferentes productos, entre ellos las urnas que, en este caso, por ser hechas con estopa de coco y otros materiales orgánicos, pueden ser denominadas como biodegradables. Se realizaron pruebas de degradación y disolución con 3 prototipos diferentes, resultando en durabilidad y resistencia favorable y prometedora. Se identificaron puntos generadores de este desecho para poder tener una fuente de obtención de materia prima para la elaboración de los prototipos.

**PALABRAS CLAVE:** Coco, Colima, Estopa, Fibra, Orgánico, responsabilidad social.

**ABSTRACT:** A method for preparing biodegradable urns from an organic mass made from coconut fiber and organic glue was developed and described.

The creation of a biodegradable urn emerges as a solution to the environmental and social problems of reducing the expenses of the funeral services, using coconut residues and minimizing the space required in the city of Villa de Alvarez and Colima's cemeteries. Due to the characteristics and versatility that coconut fiber has, they make it a great material in the creation of different products, that in this case, re organic urns because they are made with coconut bast and other organic materials, can be denominated as biodegradable. Degradation and dissolution tests were performed with 3 different prototypes, resulting in favorable resistance and durability qualities. As well as generating recollection points of this waste where we could be able to recollect for future fabrications.

**KEYWORDS:** Coconut, Colima, Stupa, Fiber, Organic, social responsibility.

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2017) en México las defunciones registradas en el año de 2017 fueron de 693,848, ocupando el estado de Colima el trigésimo primer lugar con 4,593 decesos. De ese total, en el municipio de Villa de Álvarez se registraron 571 defunciones las cuales, la totalidad son competencia del cementerio de dicha ciudad. [1]

Velasco y Minota (2011) plantean que la actividad del sepulcro puede provocar problemas de salud pública por contaminación de lixiviados que son liberados en el proceso de descomposición de los restos, componentes que pueden filtrarse en el suelo, y debido a la volatilización de sustancias tóxicas como los

barnices y disolventes, al igual que elementos como lo son el plomo y zinc que se esparcen en la superficie terrestre [2], los materiales de los féretros también contribuyen a generar un impacto ambiental en el subsuelo y en los mantos freáticos, lo que conlleva a una incapacidad de uso de estos recursos.

Hoy en día, la cremación es una opción que va cada vez más al alza en los servicios funerarios. En diversos lugares, una vez que el proceso de pulverización de los restos carbonizados terminó, estos son dispuestos en una urna funeraria, las cuales son contenedores cerrados (habitualmente herméticos), fabricados con una variedad de materiales como lo son el mármol, la madera o el plástico, dependiendo de la capacidad adquisitiva de los familiares [3] (Rodríguez, 2018).

De acuerdo con Rodríguez (2018) no existe un diseño específico para su fabricación, ya que su tamaño varía de acuerdo con; fabricante, costo, volumen de las cenizas y edad del fallecido. Como mínimo las urnas deben de contar con un grosor de paredes y fondo de 1.5 cm, con un interior revestido con tela. [4]

Su diseño exterior depende del material con el que estas fueron fabricadas; las urnas de madera suelen ser barnizadas con pinturas de acabado brillante. Algunas tienen símbolos o figuras con herrería, esto de acuerdo con las ideologías religiosas de la familia y costumbres de la sociedad en donde se elaboran [5] (Rodríguez, 2018).

En los últimos años han surgido las urnas biodegradables, las cuales están fabricadas a partir de materiales orgánicos, que cuentan con la capacidad de degradarse en el entorno natural.

De acuerdo con la SAGARPA (2017) el coco (Cocos nucifera) es un fruto tropical que se cultiva favorablemente en climas cálidos y húmedos, siendo las costas un lugar óptimo para su producción.[6]

Ocupando Colima el segundo lugar en el país con mayor producción de coco. En 2017 se cosecharon 14 mil 440 hectáreas de este cultivo, produciendo 18 mil 872 toneladas en los municipios de Tecomán, Armería, Manzanillo y Coquimatlán [7] (SADER, 2018). Este fruto es sometido a una amplia gama de procesos industriales para la obtención de diversos productos. Tiene una forma de ovoide, mide de entre 20 a 30 cm y pesa hasta 2 kg y medio; está cubierto de fibras lo que conforma el mesocarpo [8] (SAGARPA, 2017), las cuales de acuerdo con Quintero y González (2006) cuentan con 1 mm de longitud, un diámetro de 15 micras, una capacidad de estiramiento de 29.04% con un módulo de rigidez de 1.8924 dinas/cm<sup>2</sup> [9].

De esto nace la idea de crear una urna que sea amigable con el medio ambiente a base de fibra de coco

aprovechando los residuos generados de este fruto como materia prima.

La producción de dicho tipo de urnas atiende a la nueva tendencia del mercado de adquirir productos con una huella ecológica mínima, aunado con el desarrollo sustentable, creando artículos de calidad que no causen daños al medio ambiente. Así mismo, gracias a los datos de SAGARPA (2017) sabemos que en el año 2017 en Colima se cosecharon 14 mil 440 hectáreas de este cultivo, produciendo 18 mil 872 toneladas de este cultivo, por lo cual, sabemos que la materia prima de la fibra de coco es fácil de conseguir en el estado de Colima [10]

El desarrollo de dicha idea abre un panorama de beneficios para las funerarias tales como:

- Ofrecer un producto novedoso
- Lograr vender originalidad a sus clientes
- Ampliar el catálogo de productos para que un mayor porcentaje de la población se vea interesado
- Una huella ecológica menor.

Ahora, las urnas biodegradables, en contraste con las que ya podemos encontrar en el mercado, logran captar la atención de un sector de la población el cual busca una mayor espiritualidad y conexión con los artículos y servicios que adquiere, el cual se enfoca en gran medida por la sustentabilidad de los productos que adquieren y la responsabilidad social del consumidor, asegurando entonces la convergencia entre un menor impacto ambiental y su satisfacción como consumidores.

En la literatura consultada, se encontró que se han realizado ya diferentes tipos de urnas biodegradables, utilizando materiales como bagazo de caña de azúcar y fécula de maíz y cuyo producto fue destinado para canes [9] (GONZÁLES, E. 2018).

Compañías como "Retorna: Urnas Ecológicas" producen urnas biodegradables que utilizan la fibra y cáscara de coco como uno de sus componentes, mas no como el principal.

Se ha estudiado la viabilidad de un cementerio ecológico en el artículo "Propuesta de implantación de un cementerio ecológico en el vertedero clausurado de la Valle d'en Joan (Parque Natural del Garraf)" en donde se hacen comparativas de diferentes tipos de urnas en las cuales se hacen uso de componentes de coco tales como fibra y cáscara [11] (Tejedera, 2017), caso similar ocurrido en el estudio "Estudio Para El Diseño Del Cementerio Ecológico Municipal Para La Parroquia Urbana Del Cantón Milagro, Provincia Del Guayas, 2019" en donde se analizan los procesos de fabricación de diferentes tipos de urnas biodegradables que utilizan coco dentro de la materia prima [12] (Rivadeneiro, M. 2016)

Como objetivos principales, en esta investigación se contempló el poder crear un producto que pudiera resolver las problemáticas mencionadas al comienzo, y de igual manera, se lograra generar una huella ecológica mínima, produciendo una urna atractiva para el mercado y así mismo, que tuviera un nivel de dureza y de resistencia capaz de resistir el paso de los años y que lograra biodegradarse al momento de exponerse a medios naturales tales como humedad o exteriores. La finalidad de la urna biodegradable es una disposición de las cenizas en suelo o en agua, sin embargo, se busca que mantenga su estructura y características de elaboración en condiciones de humedad y temperatura normales dependiendo de la demanda del mercado. Así mismo, la urna por la naturaleza de sus materiales, puede fungir como sustrato para la siembra de un árbol, o para ser dispuesto en un nicho o centro espiritual, dando opciones a los clientes interesados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda de establecimientos en la ciudad de Colima y Villa de Álvarez, Colima que fueran aptos puntos generadores de residuos de coco de los cuales se pudiera obtener materia prima para la elaboración de los primeros prototipos. Se creó una hoja de recolección en las cuales se tomaron en cuenta criterios para evaluar la accesibilidad de la recolección tales como: la proximidad de los comercios (en la ciudad y el municipio), la afabilidad de los dueños para proporcionar la materia prima y su continua colaboración a donar el material en caso de que se volviera a requerir.

### Encuestas

Se elaboró un instrumento de recolección de datos (encuesta), posteriormente se realizó un muestreo no probabilístico y aplicó el instrumento a 30 propietarios de establecimientos de venta de productos derivados de coco en la zona conurbada de la ciudad de Villa de Álvarez y la ciudad de Colima, México, el cual fue conformada por 3 preguntas: ¿Número de cocos que se consumen?, ¿Cuál es el destino del residuo de coco? y ¿Vende el residuo, en cuanto? Dicha acción fue realizada con el fin de estimar qué tan factible sería realizar la producción de las urnas, con la finalidad de que con estos instrumentos sea posible identificar las áreas de oportunidad, así como también saber cuál es la disposición final que se les da a sus residuos.

Con el fin de conocer los servicios funerarios que se ofrecen en el mercado el estado de Colima y si dentro de estos se encontraba la opción de una urna biodegradable, se realizaron llamadas telefónicas a las siguientes empresa; Funeraria Magaña, Santoyo Funerales, La Guadalupana Casa Funeral, Funerales San Rafael, Cielo Eterno, La Paz Grupo Funerario, Latinoamericana Recinto Funeral, Dignity, Morada La Paz, Funeraria Fuentes y Agencia Funeraria García.

### Recolección de materia prima.

Una vez que fueron ubicados los puntos de recolección de fibra de coco y realizada la hoja de ruta, se procedió a hablar con los propietarios de los negocios; Don Camarón Seafood y Frutería Bodega Zarate respecto a la recolección de los residuos generados. Establecido el trato con los encargados, se procedió al acopio de desechos.

De igual manera, se acordó el poder seguir recolectando los residuos de coco con los mismos establecimientos para en un futuro poder realizar más pruebas y tener una fuente de obtención de materia prima permanente.

### Tratado de la materia prima

En base a las características de la materia prima a tratar, se decidió trabajar de manera empírica.

Los residuos fueron lavados con agua potable y con ayuda de una cuchara de metal se retiró la parte blanda restante del coco. Posteriormente, las fibras fueron colocadas en remojo en un recipiente de plástico con 6 litros de agua potable durante 5 horas, resto con el fin de ablandarlas y poder manejarlas con más facilidad.

Una vez remojada la corteza exterior, denominada epicarpio, y que tomara una textura blanda, los cocos se llevaron a una superficie plana cubierta con plástico para posteriormente, a base de golpes con martillo, poder separar las fibras que la componen.

Una vez realizado lo anterior, se procedió a separar las fibras manualmente para a continuación llevarlas a una superficie plana cubierta con plástico o papel, dejándolas secarse directamente bajo el sol por un periodo de 3 horas y media en donde por intervalos de 30 minutos la fibra fue movida continuamente con la finalidad de que esta se secase por completo.

Posteriormente al secado, la fibra obtenida se cortó con tijeras en trozos de 3 cm de largo aproximadamente, para lograr obtener un material más apto para el manejo y de igual manera lograr que el producto final obtuviera una mejor textura.

### Preparación de pegamento orgánico

En busca de un pegamento que pudiera degradarse en el ambiente de manera natural, se opta por utilizar materiales de consumo humano como la harina de trigo y el azúcar, debió a sus propiedades.

Se pesaron en una báscula de cocina marca Nevir 250 gramos de harina y 83 gramos de azúcar estándar de caña los cuales se vertieron a una cazuela, se le adicionaron 5 ml de vinagre y 500 gramos de agua, los elementos mencionados fueron calentados a fuego medio hasta que estos se integraron

por completo formando una mezcla con una consistencia espesa.

**Elaboración de urna**

Una vez preparado el pegamento y cortada la fibra, se procedió a elaborar la urna. Se roció aceite en spray en manos y en un molde de plástico a utilizar, esto para que la mezcla no se pegara a las superficies. Se tomó con las manos pegamento y fibra para integrarlos de tal manera que se cree una especie de masa la cual se moldeó y adhirió al molde hasta cubrir su interior completamente, obteniendo un grosor de aproximadamente 1.5 cm en las paredes.

Al terminar de moldear, se dejó secar la urna en el exterior por 1 hora y media, después se desmoldó del recipiente y se colocó boca abajo para que la parte inferior seicara al igual por 1 hora.

Muestra de agua de río: Se tomó la muestra en el Río de Picachos ubicado en el municipio de Villa de Álvarez en el estado de Colima, México, el cual cuenta con una temperatura promedio de 23.7°C.

Muestra de agua de mar: La muestra se tomó de la playa “Las Brisas” ubicada en el municipio de Manzanillo del estado de Colima, México. Dicha playa se caracteriza por tener una temperatura anual mayor de 22°C.

**Prototipo en condiciones normales**

El prototipo de urna elaborada con la mezcla original sin el bicarbonato de sodio con 10 cm de largo y 8 cm de diámetro y con un grosor de paredes de 1.5 cm. Como se muestra en la figura 2, se dejó dentro de una habitación en condiciones normales de humedad en el estado de Colima: 30-35°C de temperatura, 30% de humedad con iluminación de 4 a 5 horas de luz de sol directa.

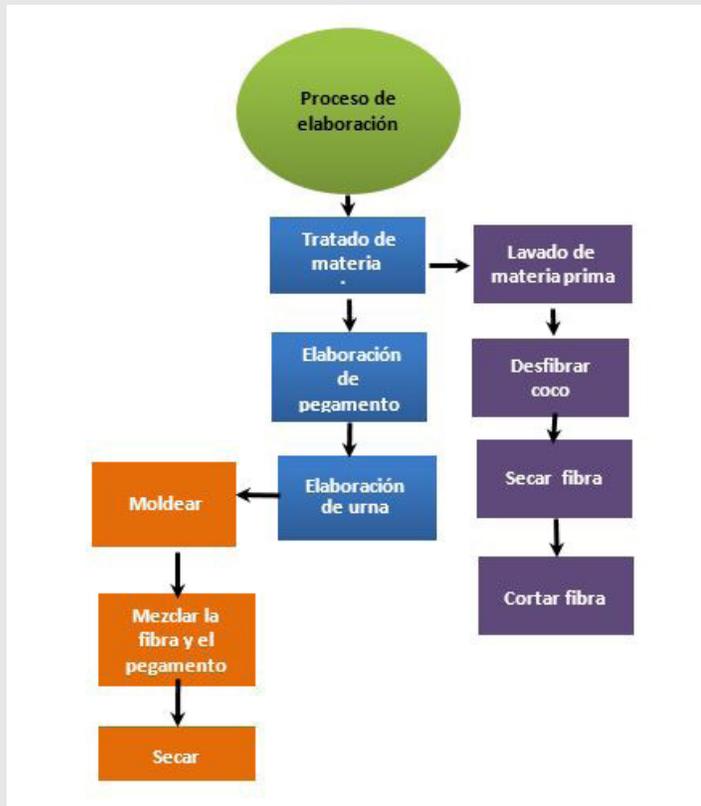


Figura 1. Diagrama de proceso de elaboración

**Toma de muestra de agua de río y agua de mar**

Se utilizaron dos recipientes de 1.5 Litros de capacidad y posteriormente se vertió agua hirviendo, esto con el fin de obtener un medio parcialmente estéril y retirar microorganismos que pudieran encontrarse en el contenedor (García Y Molinero, 2014)[13].

Se realizaron dos muestras compuestas (Delgadillo, Camacho, Pérez y Andrade, 2010) una en un río y otra en el mar, estas se recogieron de manera puntual separadas por un intervalo fijo de tiempo[14].



Figura 2. Prototipo en condiciones normales.

**Prototipo a la intemperie con una planta de succulenta (crassula ovata)**

Un segundo prototipo preparado con la mezcla original fue puesto en la intemperie en condiciones de temperatura en un rango de 30 a 35°C, humedad de 50% y 30% de probabilidad de precipitación, se tomaron estos valores de temperatura y humedad debido a que son las condiciones comunes de la región donde se realizó el estudio. En la parte inferior del prototipo se le hicieron cinco perforaciones de 0.5 milímetros de diámetro con ayuda de un clavo, y dentro del prototipo se le colocó una planta de succulenta la cual se regó con suficiente agua dos veces por semana por un periodo de 3 meses.

**Prueba en agua de río y mar**

Se realizó una prueba de disolución con 100 gramos de fibra de coco y 400 gramos de pegamento orgánico al cual se le añadieron los 20 gramos de bicarbonato de sodio, se introdujeron dentro de dos

recipientes de plástico con una muestra de agua de río y otra muestra de agua de mar de 1,5 kg cada uno. En ambos recipientes se dejó una muestra preparada con bicarbonato de sodio en cada uno durante 2 semanas.

Se decidió hacer las pruebas de disociación considerando estas dos muestras de agua de fuentes distintas para observar el comportamiento en diferentes condiciones de agua salada y agua dulce ya que las composiciones de estas son distintas y es importante analizar el comportamiento de la materia en contacto de ambas.

## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Se realizaron pruebas de resistencia a la compresión con una máquina universal de 50 kN utilizando 9 prototipos con el fin de observar la capacidad con la que cuenta el material.

## RESULTADOS

En promedio se consumen 100 cocos al día en cada establecimiento. De los cuales 10 de ellos dan los residuos a los ladrilleros, 5 se los dan al proveedor, 10 lo tiran, 3 los separan y solo 2 los reciclan. Tomando en consideración un aprovechamiento promedio de 1.5 kg de estopa fresca por coco, se tiene 1,500 kg de residuo diario que se tira a la basura y no es aprovechado.

Son cinco funerarias que ofrecen urnas biodegradables en la ciudad de Villa de Álvarez y en la ciudad de Colima son la funeraria, las cuales son degradantes en agua de mar, agua dulce y tierra. De estas funerarias solo dos cuentan además con urnas de acero inoxidable, de mármol y de cerámica, mientras que tres, solo cuentan con urnas de mármol y de cerámica.

De las funerarias dos no ofrecen urnas biodegradables, cuentan con urnas de acero inoxidable, de mármol y de cerámica. Tres funerarias cuentan únicamente con urnas de mármol y de cerámica, mientras que la una cuenta con urnas de acero inoxidable, de mármol, de cerámica y de arena.

Se creó una masa a base de fibra de coco y pegamento orgánico, la cual se moldeó en forma de recipiente o maceta utilizando un molde de plástico para poder observar su capacidad estructural y variedad aplicación.

El prototipo creado fue utilizado como maceta para ornamenta con la finalidad de percibir la interacción que tenía al estar en contacto con la tierra, este con dimensiones de 8 cm de diámetro, 10 cm de altura y con un grosor de paredes de 1.5 cm.

El prototipo que fue puesto dentro de la habitación en condiciones normales no mostró degradación algu-

na, al contrario, con el transcurso de los días la masa adquirió una mayor rigidez que con la que contaba al inicio.

Por otra parte, el prototipo que permaneció en la intemperie con la planta suculenta y fue sujeto al riego dos veces por semana, a los cuarenta y nueve días presentó deterioro y aparición de moho primero en la parte inferior y con el tiempo este se expandió hacia los costados, también se pudo observar ablandamiento en la estructura figura 3.



Figura 3. Degradación presentada durante las pruebas de resistencia a la humedad.

Pese a que la mezcla orgánica con bicarbonato de sodio, al igual que el prototipo puesto a la intemperie, fue expuesta al contacto con agua, la primera en mayor cantidad que la segunda, las muestras no mostraron una rápida disolución como se esperaba. Como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Prueba en agua de río. La imagen de la izquierda muestra el inicio y la imagen de la derecha al paso de 1 semana.

Al paso de una semana el agua comenzó a tomar una coloración de tono amarillento con burbujas que se quedaban en la superficie y restos de fibra en la base del recipiente. Al término de la segunda semana se

observó que la muestra ya no permanecía en la superficie, sino que esta descendió al fondo del bote de plástico, pero sin desintegrarse como se observa en la figura 5.



Figura 5. Prototipo expuesto en agua de río al paso de dos semanas.

En las pruebas de resistencia a la comprensión se obtuvo que en promedio los 9 prototipos presentaron una deformación al alcanzar una compresión de entre 150 y 200 kg, ya que mientras más fuerza se les aplicaban más resistencia presentaban ante la deformación. Como se muestra en la figura 6.



Figura 6. Prueba de resistencia. La imagen muestra la prueba de resistencia aplicada a un prototipo de la urna.

A pesar de no incluirse en el desarrollo del trabajo el análisis del costo de producción, este se estimó en 180 pesos, ya que los materiales utilizados en su elaboración son residuos ordinarios valorizables. Sin embargo, el tiempo de manufactura de este consta de 8 horas debido a que las técnicas utilizadas son artesanales.

## CONCLUSIONES

El prototipo propuesto de la mezcla orgánica hecha a base de fibra de coco, pegamento orgánico y bicar-

bonato de sodio no cumple con las características deseadas para la dilución en agua de río y en agua de mar.

Las urnas elaboradas con la masa orgánica original muestran una estructura sólida y rígida. No obstante, al estar expuestas en el exterior con niveles moderados de humedad, estas efectúan la acción de degradación. Sin embargo, es necesario someterlas a pruebas bioquímicas debido al moho desconocido que presentaron en su exterior ya que no hay suficientes investigaciones previas sobre el uso de este material.

Es preciso el optimizar el proceso de fabricación para disminuir el tiempo de este, así como también mejorar el diseño de las urnas para que tengan un acabado más estético.

La mezcla orgánica sugerida puede tomarse como una alternativa para la aplicación en la creación de diversos productos decorativos como por ejemplo macetas.

El atacar la problemática ambiental por medio de la creación de diferentes productos a base de estopa de coco funciona como disyuntiva y al mismo tiempo, abre las puertas para poder seguir innovando con responsabilidad social en diversos prototipos gracias a la versatilidad del material utilizado.

Es necesaria la búsqueda de otros componentes para poder crear un producto con mayor valor agregado con las características de resistencia a la humedad, con una degradación que cumpla con lo deseado. Así como también realizar pruebas de resistencia con nuevos modelos que se puedan crear en un futuro, y poder hacer una comparación con los prototipos anteriores para saber si se ha mejorado la calidad del producto.

En las funerarias encuestadas ninguna cuenta con una urna mixta que pueda ser utilizada en agua, tierra y en mausoleo, por lo que cada urna es utilizada dependiendo del uso final. Por lo que queda a futura investigación el poder crear una urna ecológica mixta de larga vida en condiciones normales, capaz de degradarse en tierra y disolverse en agua en pocas horas.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017). *Defunciones generales registradas por entidad federativa de residencia habitual de la persona fallecida según sexo, 2010 a 2017. Ciudad de México.*

[2] Velasco, A. y Minota, Y. (2011). *Evaluación por contaminación en suelos aledaños a los cementerios jardines del recuerdo e inmaculada. Ciencia e ingeniería neogranadina, 165-175.*

[3][4][5] Rodríguez, E. D. (2018). *Tratado de Incineración Humana*. Bloomington, EE.UU: Palibrio .

[6][8] Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. (SAGARPA). (2017). *Palma de coco mexicana*. Ciudad de México.

[7] Delegación SADER Colima. (2018). *Colima, tierra de cocos y palmeras*. México.:Gobierno de México. Recuperado de <https://www.gob.mx/agricultura/colima/articulos/colima-tierra-de-cocos-y-palmeras?idiom=es>

[9] Quintero, S. y González, L. (2006). *Uso de fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto*. *Ingeniería y Desarrollo*, 134 -150.

[10] Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2017). *Planeación Agrícola Nacional 2017-2030*. Ciudad de México.

[11] Tejedera, K. (2017). *Propuesta de implantación de un cementerio ecológico en el vertedero clausurado de la Vall d'en Joan (Parque Natural del Garraf)*.(Trabajo final de grado). Universitat Politècnica de Catalunya BarcelonaTech. Escola Superior d'Agricultura de Barcelona, Barcelona.

[12] Rivadeneira, M. (2016). *Estudio para el diseño del cementerio ecológico municipal para la parroquia urbana del Canton milagro, provincia del Guayas, 2019*. (Trabajo de titulación). Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.

[13] García, G. M., & Molinero, L. M. (2014). *Formulación Magistral*. Madrid, España: Paraninfo.

[14] Delgadillo, O., Camacho, A., Pérez, L. y Andrade, M. (2010). *Depuración de aguas residuales or medio de humedales artificiales*. Cochabamba, Bolivia: Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua (Centro AGUA).