

ESTUDIOS DE PRÁCTICAS AMBIENTALES SOSTENIBLES DEL CUCUMIS  
MELO L NO APTO PARA EXPORTACIÓN

SMITH ANDREA GARZA GALLO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE QUIMICA  
ESPECIALIZACIÓN EN QUIMICA AMBIENTAL  
BUCARAMANGA

2019

ESTUDIOS DE PRÁCTICAS AMBIENTALES SOSTENIBLES DEL CUCUMIS  
MELO L NO APTO PARA EXPORTACIÓN

SMITH ANDREA GARZA GALLO

MONOGRAFÍA PARA OPTAR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN QUIMICA  
AMBIENTAL

DIRECTOR  
EFRAÍN ANDRES RODRÍGUEZ OVALLE  
ESPECIALISTA EN DERECHO AMBIENTAL

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE QUIMICA  
BUCARAMANGA

2019

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	12
1. OBJETIVOS.....	14
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3. CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA PRODUCTIVA DEL CULTIVO.....	15
3.1 TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA DEL MELÓN.....	15
3.2 EXIGENCIAS EDAFOCLIMATICAS PARA EL CULTIVO DE MELÓN....	16
3.3 PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	17
3.3.1 limpieza del lote.....	18
3.3.2. Subsulado.....	18
3.3.3. Elaboración de camas.....	18
3.3.4. Construcción de drenajes.....	18
3.3.5. Aplicación de enmiendas.....	19
3.3.6. Instalación de acolchado.....	19
3.3.7. Siembra.....	19
3.4 PLAN DE MANEJO DE RECURSO HÍDRICO.....	19
3.5 PLAN DE MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN.....	20
3.5.1. Fertilización foliar.....	20
3.5.2. Aplicación de lombricompost.....	20
3.6 PLAN DE MANEJO INTEGRADO DE ARVENSES, PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	21
3.6.1. Manejo integrado de arvenses.....	21

3.6.2. Manejo integrado de plagas.....	22
3.7 VOLTEO DE FRUTO .....	22
3.8 COSECHA .....	22
3.9 POSTCOSECHA .....	23
3.9.1. Lavado del fruto. ....	23
3.9.2. Clasificación.....	23
3.9.3. Transporte.....	24
4. PRODUCCIÓN Y ANALISIS DE ALTERNATIVAS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL MELÓN DE RECHAZO .....	24
4.1 PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE MELÓN EN COLOMBIA Y SANTANDER	24
4.2 ALTERNATIVAS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL CULTIVO DE RECHAZO .....	29
4.2.1. Despulpado.....	31
4.2.2. Deshidratación .....	33
4.2.3. Usos de la cascara del melón (Cucucmis melo L). ....	35
4.2.4. Producción de biogás. ....	36
4. CONCLUSIONES .....	49
BIBLIOGRAFÍA.....	51

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de los requerimientos de la especie y la regional .....	17
Tabla 2 Área sembrada, área cosechada, producción y rendimiento del melón en Colombia.....	27
Tabla 3. Área sembrada, cosechada, producción y rendimiento en Santander del melón para el 2015 y 2016 .....	28
Tabla 4. Principales municipios productores de melón en Santander.....	29
Tabla 5. Ventajas y desventajas de las alternativas seleccionadas para el aprovechamiento del Cucumis melo L .....	46

## **LISTA DE GRAFICAS**

Grafica 1 Área sembrada vs Área cosechada del cultivo del melón en Colombia .	25
Grafica 2 Producción vs Rendimiento de la producción del melón .....	26
Grafica 3. Principales departamentos productores del melón en el año 2016 .....	28

## **LISTA DE CUADROS**

Cuadro 1. Usos agroindustriales del Cucumis melo L. ....30

Cuadro 2. Alternativas seleccionadas para el uso eficaz del melón de rechazo31

## RESUMEN

**TITULO:** ESTUDIOS DE PRÁCTICAS AMBIENTALES SOSTENIBLES DEL CUCUCMIS MELO L NO APTO PARA EXPORTACIÓN\*

**AUTOR:** SMITH ANDREA GARZA GALLO\*\*

**PALABRAS CLAVE:** ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO, CUCUMIS MELO L, AMBIENTE, BIOGÁS

### DESCRIPCIÓN:

En el cultivo del melón (Cucumis Melo L) se presentan pérdidas durante su cadena productiva y de postcosecha. Con el objetivo de analizar los diferentes procesos que incluyen la fabricación de productos nuevos, que aporten valor agregado al producto original y la recuperación de condiciones ambientales alteradas, en esta investigación se muestra una revisión bibliográfica de las alternativas tecnológicas aplicadas para el aprovechamiento del residuo agrícola. Se identificaron tres procesos y sus avances tecnológicos como son: el despulpado de la fruta que es un proceso básico donde se realiza la separación de la pulpa de su corteza y como aporte tecnológico el estudio del efecto de la canela, clavo de olor y benzoato de sodio para prevención de contaminación bacteriana de la pulpa del melón; el segundo proceso es la deshidratación dentro de la cual se identificaron varias alternativas como la deshidratación osmótica, el proceso de deshidrocongelación y la deshidratación por medio de secadores solares y por último la producción de biogás que para el melón aún no se ha realizado el análisis de su potencial energético; hacia la optimización de esta alternativa se identificaron el uso de nano partículas de hierro, pretratamientos del soluto antes de la etapa de la hidrólisis y las mezclas de materia más fácil de digerir por las bacterias.

Se observó un uso importante para la cascara de melón como potencial para remover el cromo VI, metal presente en las aguas contaminadas. Por consiguiente, el aprovechamiento de este residuo es de gran interés socio- económico y de beneficio ambiental, dado que es un producto que se comercializa ampliamente en el país.

---

\*Trabajo de investigación

\*\*Facultad de Ciencias. Escuela de Química. Especialización en Química Ambiental. Director: Efraín Andrés Rodríguez Ovalle, Abogado Especialista en Derecho Ambiental

## ABSTRACT

**TITULO:** STUDIES OF SUSTAINABLE ENVIRONMENTAL PRACTICES OF CUCUMIS MELO L NOT SUITABLE FOR EXPORTATION\*.  
**AUTOR:** SMITH ANDREA GARZA GALLO\*\*  
**PALABRAS CLAVE:** ALTERNATIVES OF EXPLOITATION, CUCUMIS MELO L, ENVIRONMENT, BIOGÁS

### DESCRIPCIÓN:

In the cultivation of melon (Cucumis Melo L) there are losses during its productive chain and postharvest. With the aim of analyzing the different processes that include the manufacture of new products, which add value to the original product and the recovery of altered environmental conditions, this research shows a bibliographic review of the technological alternatives applied to the use of agricultural waste. Three processes and their technological advances were identified, such as: the pulping of the fruit, which is a basic process where the pulp is separated from its bark and as a technological contribution the study of the effect of cinnamon, clove and benzoate. sodium for prevention of bacterial contamination of the melon pulp; The second process is dehydration, in which several alternatives were identified, such as osmotic dehydration, the dehydration and dehydration process by means of solar dryers and, lastly, the production of biogas that for the melon has not yet been analyzed. its energy potential; Towards the optimization of this alternative, the use of iron nanoparticles, pretreatments of the solute before the hydrolysis stage and mixtures of matter easy to digest by the bacteria were identified.

An important use was observed for melon peel as a potential to remove chromium VI, a metal present in contaminated waters. Therefore, the use of this waste is of great socio-economic interest and environmental benefit, given that it is a product that is widely marketed in the country.

---

\*Trabajo de investigación

\*\*Facultad de Ciencias. Escuela de Química. Especialización en Química Ambiental. Director: Efraín Andrés Rodríguez Ovalle, Abogado Especialista en Derecho Ambiental

## INTRODUCCIÓN

El melón (*Cucumis Melo L.*) es un fruto tropical perecedero que presenta una serie de características físicas, nutricionales, organolépticas y terapéuticas que lo hace atractivo al consumidor, siendo esta la principal razón de su demanda en los distintos mercados nacionales e internacionales países en los cuales se tienen inconvenientes en la producción del fruto debido a las diferentes estaciones climáticas que se presentan durante el año; es por tanto, que Colombia se convierte en un país muy atractivo en biodiversidad, paisajes y variedad en la producción de diferentes productos agrícolas dado que es posible contar con todos los pisos térmicos.

Por tanto, hacer un análisis de la producción y el rendimiento del cultivo es importante debido a que se tiene como fin revisar las oportunidades existentes ambientalmente sostenibles para el aprovechamiento de los frutos que se consideran como “pérdidas” durante la cadena del cultivo, que inicia con la cosecha del mismo. El melón se cultiva en clima cálido entre 23 y 30 °C, clima que en Colombia se presenta en el 80% del territorio, condiciones atractivas para su producción.

De acuerdo, con todos los efectos que se vislumbran en la actualidad debido a la contaminación generada por el uso irresponsable de los recursos naturales que ha sobrellevado al calentamiento global es necesario tomar medidas de mitigación y prevención. Algunas de estas alternativas son: proceso de despulpado, secado y producción de harina a partir del residuo de la cascara y la producción de biogás

como fuente de energía renovable para beneficio del cultivo de rechazo. Es posible precisar estas opciones como sostenibles debido a la disminución de costos económicos, pasivos ambientales y las pérdidas de los agricultores para lograr el uso de la totalidad del cultivo sembrado-producto, además de contribuir con el medio ambiente transformando los residuos orgánicos en una fuente renovable.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Estudiar las oportunidades existentes para el aprovechamiento sostenible del Cucumis Melo L que no se considera apto para la exportación más conocido como de rechazo, con el fin de generar beneficios socio-económico y ambientales destinados a los agricultores involucrados en su producción.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar y analizar la cadena productiva del melón en la región de Santander.
- Recopilar datos actualizados de la producción del melón en Santander e identificar las pérdidas producidas en el cultivo del melón.
- Seleccionar alternativas viables para el aprovechamiento del melón que es rechazado durante la cadena de producción y comercialización.
- Compilar los avances e investigaciones realizadas para cada uno de las alternativas seleccionadas e identificar ventajas y desventajas propias de las mismas.

### **3. CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA PRODUCTIVA DEL CULTIVO**

Según las más recientes cifras del Ministerio de Agricultura para el año 2017 se identificó la producción más alta durante la última década, con más de 78.000 toneladas y los principales departamentos aportantes fueron: Cesar (18.482 toneladas), Valle del Cauca (12.690 toneladas) y Huila (10.702 toneladas). Sin embargo, el rendimiento del cultivo ha presentado una declinación en los últimos años; es así como en el año 2015 este era de 24,7 toneladas por hectárea y para el 2017 la cifra llegó a 16,2 toneladas por hectárea.

De acuerdo a las cantidades alentadoras de producción que presenta el melón, las cuales permite identificar oportunidad para un continuo crecimiento; es necesario realizar un análisis de cada uno de las etapas de la cadena productiva con el fin de lograr un mejor rendimiento. A continuación, se explican cada una de las etapas que intervienen en el proceso.

#### **3.1 TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA DEL MELÓN.**

El melón (*Cucumis Melo L.*) es una planta perteneciente a la familia de las cucurbitáceas, de porte rastrero o trepador. Su tallo principal está recubierto de formaciones pilosas, es herbáceo liso o estriado, presentan nudos en los que se desarrollan hojas, zarcillos y flores, estos tallos producen ramas secundarias y estas a su vez terciarias. “Su sistema radicular es abundante y fibroso con un crecimiento rápido entre 30 a 40 cm del suelo, donde alcanzan su mayor densidad. Las hojas son simples y alternas, casi redondas, basalmente cordadas y pueden tener 3-7 lóbulos palmares poco profundos. Las láminas son de 6-15 cm

tanto anchas como largas (ocasionalmente hasta 20 cm), onduladas – dentadas, con pelos puntiagudos en ambos lados y venados palpados.”<sup>1</sup>

De acuerdo con los estudios realizados se indica que “el melón posee formas variables (esféricas, elípticas, aovada) la corteza de diferentes colores, puede ser lisa, reticulada o estriada y la pulpa puede ser blanca, amarilla, cremosa, anaranjada, asalmonada o verdosa”<sup>2</sup>. Existen cultivos monoicos y andromonoicos, en los extremos de las ramas fructíferas aparecen en grupos de tres a cinco las flores en péndulos cortos y finos.

En cuanto a las semillas “ se enumera que son lisas, elípticas y aplanadas de 0,5 a 1.2 cm de largo por 0,2 a 0,7 cm de ancho”<sup>3</sup>

### **3.2 EXIGENCIAS EDAFOCLIMATICAS PARA EL CULTIVO DE MELÓN**

En una investigación se estableció que “Las condiciones ambientales ejercen una influencia determinante en el desarrollo y producción de las especies de cultivos”<sup>4</sup>. Por lo tanto, la identificación de estas necesidades permite un desarrollo óptimo de sistemas de producción agrícola.

Con el fin de garantizar una producción con éxito se efectúa la comparación entre los requerimientos de la especie y las condiciones regionales. En la tabla N° 1, se

---

<sup>1</sup> CALDEÓN, Edgar. *Establecimiento de un cultivo de melón variedad cantaloupe (Cucumis melo L.) como estrategia innovadora para fomentar el desarrollo agrícola y social del municipio de Sardinata Norte de Santander. Tesis de grado Yopal: Universidad de la Salle. 2017. 16 p.*

<sup>2</sup> RUIZ, Yeisi. *Implementación de 2.000 m<sup>2</sup> de melón (cucumis melo) cv cantaloupe en el corregimiento de la Gabarra, municipio de Tibú departamento Norte de Santander. Tesis de grado Yopal: Universidad de la Salle. 2017. 13 p.*

<sup>3</sup> CALDEÓN, Edgar. *Establecimiento de un cultivo de melón variedad cantaloupe (Cucumis melo L.) como estrategia innovadora para fomentar el desarrollo agrícola y social del municipio de Sardinata Norte de Santander. Tesis de grado Yopal: Universidad de la Salle. 2017. 17 p.*

<sup>4</sup> *Ibid*, 17 p.

observa que el departamento de Santander presenta condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo del melón.

Es importante tener en cuenta que para que la planta de mejores resultados los “suelos deben ser ricos en materia orgánica, profundos, bien drenados, con buena aireación y un pH entre 6 y 7. EL cultivo es muy exigente en cuanto a drenaje, debido a que los encharcamientos causan asfixia radicular y podredumbres de frutos”<sup>5</sup>

Tabla 1. Comparación de los requerimientos de la especie y la regional

Aspecto	Condiciones de la especie	Condiciones locales
<b>Altitud</b>	0 - 600 msnm	100 - 4500 msnm
<b>Radiación</b>	8 horas/ día	4 - 4,5 horas/día
<b>Temperatura</b>	18 - 30 °C	8- 28 °C
<b>Precipitación</b>	500- 1000 mm	100- 3000 mm
<b>Humedad</b>	60- 70%	70 - 85%
<b>Pendiente</b>	< 2 %	

Fuente: Adaptado de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y Calderón (2017)

### 3.3 PREPARACIÓN DEL TERRENO

<sup>5</sup> INFOAGRO. [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com). Frutas tradicionales el melón (En línea). [http://www.infoagro.com/frutas/frutas\\_tradicionales/melon.htm](http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/melon.htm)

Es el primer proceso con el que se inicia la preparación del suelo para la siembra de las semillas o las plantas trasplantadas. En esta investigación se toma como referencia el proceso tecnificado que se realizó en el municipio de Sardinata norte de Santander para el desarrollo del cultivo, a continuación, se indica cuáles son los pasos a seguir:

**3.3.1 limpieza del lote.** Es necesario realizar un control de forma mecánica (con guadaña) antes del subsolado, luego retirar los residuos vegetales y aplicar el herbicida en este caso el glifosato con una dosis de acuerdo a la etiqueta del producto.

**3.3.2. Subsulado.** Es una labor también conocida como arado que sirve para fragmentar los horizontes del suelo de manera vertical, además está practica facilita el drenaje del agua, una adecuada penetración del aire y permite la proliferación de las raíces en profundidad.

**3.3.3. Elaboración de camas.** En este proceso se necesita delimitar el lote en primera instancia con estacas y cabuyas, luego se procede a delimitar las camas y calles con las respectivas dimensiones. Posteriormente a la medición se realiza el picado del terreno de las camas y calles, luego se procede a rellenar con suelo; es importante tener en cuenta que la cabuya y las estacas utilizadas además de cumplir con la función de delimitar sirven para dar el nivel a las camas y lograr una forma asimétrica.

**3.3.4. Construcción de drenajes.** Se debe construir un canal que transporte el agua para evitar los encharcamientos dentro del lote.

**3.3.5. Aplicación de enmiendas.** Es importante la aplicación de enmiendas agrícolas ya que estas aportan una serie de beneficios en la explotación rural. Según “Calderón y Cepeda el melón requiere un pH ideal entre 6-7”<sup>6</sup> por tanto, conocer sobre la composición físico química del suelo es de vital importancia para lograr la aplicación precisa de los aditivos requeridos en la preparación del mismo.

**3.3.6. Instalación de acolchado.** La instalación del acolchado tiene como fin proteger al cultivo y al suelo de agentes atmosféricos, aumentar el rendimiento y la calidad de los productos. Para realizar este procedimiento se cubren las camas de siembra en su totalidad con una banda de plástico y para sujetar y obtener un efecto hermético se aplica suelo en los laterales. Luego se hacen perforación del diámetro y a las distancias seleccionadas.

**3.3.7. Siembra.** Este proceso se puede realizar por dos métodos: siembra directa en campo y consiste en depositar una semilla por sitio, el segundo método es por trasplante.

### **3.4 PLAN DE MANEJO DE RECURSO HÍDRICO**

Para lograr una producción con éxito de melón es indispensable la disponibilidad del agua, ya que la filosofía que tiene presenta un abundante y acelerado crecimiento vegetativo en un periodo corto. Sin embargo, “ el melón presenta una marcada susceptibilidad al exceso de humedad, es importante que el agua de riego no moje el cuello de la planta, hojas, ni frutos para prevenir la incidencia de enfermedades causadas por hongos”<sup>7</sup>. De acuerdo a lo anterior, se elige un

---

<sup>6</sup> CALDEÓN, Edgar. *Establecimiento de un cultivo de melón variedad cantaloupe (Cucumis melo L.) como estrategia innovadora para fomentar el desarrollo agrícola y social del municipio de Sardinata Norte de Santander. Tesis de grado Yopal: Universidad de la Salle. 2017. 21 p.*

<sup>7</sup> GUZMÁN, Nelson. *Cartilla para el cultivo del melón. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). 2005. 21 p.*

sistema de riego por goteo, el cual está formado por un equipo de filtración con anillos, para aplicar los nutrientes se hace por medio de un inyector tipo Venturi, la tubería principal es de polietileno y de una pulgada y media, tiene 28 líneas de riego con goteros a 20 cm y un total de emisores de 4500, el caudal por emisor es igual a 0,6 litros/hora.

### **3.5 PLAN DE MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN**

Para conocer la necesidad del uso acertado de la fertilización como una herramienta que tiene como fin sostener, recuperar y mantener la fertilidad de los suelos y así aumentar la productividad de los mismos es determinante recurrir a un análisis de suelos que presente la disponibilidad de sus nutrientes y a su vez identificar las posibles limitantes, predecir y corregir a tiempo posibles deficiencias en el cultivo.

La extracción de nutrientes del suelo en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) es alta. “Una cosecha de melón de 30 toneladas de fruto extrae 75 kg de nitrógeno, 7 kg de fosforo, 64 kg de potasio, 62 kg de calcio y 10 kg de magnesio.”<sup>8</sup>

**3.5.1. Fertilización foliar.** La concentración foliar con fertilizantes multicomponentes en el cultivo del melón presenta una influencia característica en los niveles de rendimiento y calidad de la fruta, debido al aumento en el peso de los frutos y el número de estos aptos para la comercialización.

**3.5.2. Aplicación de lombricompost.** Este proceso hace referencia a la aplicación de lombrinaza antes de la siembra de cada ciclo productivo.

---

<sup>8</sup> PIRE, Reinaldo. *Extracción de N, P, k, Ca y Mg por plantas de melón (Cucumis melo L.) híbrido Packstar bajo condiciones de Tarabana, estado Lara. Tesis: Universidad de Zulia. 2003. 141 p.*

### **3.6 PLAN DE MANEJO INTEGRADO DE ARVENSES, PLAGAS Y ENFERMEDADES**

“Es necesario el conocimiento de las causas y efectos de las arvenses, plagas y enfermedades en los cultivos agrícolas y lo más importante combatirlas, prevenirlas determinan el éxito de la productividad y competitividad”<sup>9</sup>

**3.6.1. Manejo integrado de arvenses.** Para realizar la caracterización e identificar los arvenses dentro de la zona es posible utilizar un método conocido como el cuadrante que consiste en colocar un cuadro de 1 m<sup>2</sup> sobre el cultivo y se hacen los diferentes muestreos. A continuación, se observan los controles a realizar en el cultivo.

- Control mecánico: Se realiza con una guadaña y usualmente este tipo de control se implementa en los extremos y alrededores del lote.
- Control manual: Es el proceso que se realiza con una pala y machete en las calles.
- Control químico: Es recomendable hacer este tipo de control antes de empezar la siembra en cada ciclo productivo dentro y fuera del lote para evitar el crecimiento y desarrollo de los arvenses, además este procedimiento prolonga la limpieza del cultivo y disminuye la inversión en mano de obra.

---

<sup>9</sup> CALDEÓN, Edgar. *Establecimiento de un cultivo de melón variedad cantaloupe (Cucumis melo L.) como estrategia innovadora para fomentar el desarrollo agrícola y social del municipio de Sardinata Norte de Santander. Tesis de grado Yopal: Universidad de la Salle. 2017. 27 p.*

**3.6.2. Manejo integrado de plagas.** Este monitoreo se hace por medio de inspección visual a cada una de las plantas, se observa cada una de las partes como hojas, brotes nuevos, flores y frutos, el control es directo y se hace en las horas de la mañana. Para la identificación de las enfermedades se recomienda reconocer los síntomas y comparar con los textos científicos y técnicos para identificar los signos producidos por microorganismos patógenos e insectos plagas.

### **3.7 VOLTEO DE FRUTO**

En un procedimiento que se realiza con el objetivo de conservar la calidad del fruto y evitar problemas de humedad, consiste en voltear la fruta sobre sí misma en un cuarto de giro, de manera que la parte en el suelo no quede expuesta al sol.

### **3.8 COSECHA**

La cosecha se da a partir del día 60 después de la siembra, los indicadores oportunos para recoger se basan en la madurez y no en el tamaño, en el melón de tipo cantaloupe la madurez comercial ideal se alcanza cuando el fruto se separa limpiamente del tallo en la zona de adquisición, al hacer levemente una presión en dicha unión; es necesario tener en cuenta el color externo de la fruta el cambio se torna de verde a amarillo verdoso y la forma del reticulado debe ser fina y homogénea, la propiedad del aroma característico de la fruta se hace presente en esta etapa de maduración.

El procedimiento que se lleva a cabo para la cosecha se hace de manera manual y consiste en desprender la fruta de la planta ejerciendo presión de forma ligera en

la unión con el tallo y se hace con el dedo pulgar; es importante tener en cuenta que la fruta no debe tirar porque se podría provocar daño tanto en la planta como en la fruta y si esta sufre un desgarre es posible observar pérdida de agua a través del tejido afectado y la facilidad de entrada de patógenos.

### **3.9 POSTCOSECHA**

En esta etapa es de vital importancia ejecutar las actividades primordiales del proceso como son: lavado del fruto, clasificación y transporte para garantizar la buena calidad del fruto.

**3.9.1. Lavado del fruto.** “Para asegurar la calidad e inocuidad de las frutas y hortalizas es necesario aplicar un tratamiento de desinfección a través del lavado, ya que puede reducir al máximo el inóculo de patógenos vegetales que pueden afectar la calidad del producto durante el almacenamiento y transporte”.<sup>10</sup> Una vez recogido el fruto se procede a realizar el lavado, luego se seca y se clasifica.

**3.9.2. Clasificación.** De acuerdo con la Norma Técnica colombiana (NTC 832) el proceso de comercialización de melones se clasifica en dos categorías:

- Categoría 1: Los melones que presenten leves defectos de forma que son ocasionados por manipulación y coloración (un color pálido sobre el sector en el cual la fruta creció en contacto con el suelo no se considera defecto), para las variedades que presentan pedúnculo no debe exceder los 2 cm las grietas cicatrizadas en el pedúnculo.

---

<sup>10</sup> Ibid, p,33

- Categoría 2: Fruta que presente defectos de forma y color. Ligeras cicatrices o fisuras profundas que no afecten la pulpa de la fruta.

**3.9.3. Transporte.** La cosecha puede ser transportada por un vehículo de carga y al granel.

## **4. PRODUCCIÓN Y ANALISIS DE ALTERNATIVAS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL MELÓN DE RECHAZO**

### **4.1 PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE MELÓN EN COLOMBIA Y SANTANDER**

Según el Departamento Nacional de Planeación en Colombia el “58% de frutas y verduras equivalentes en toneladas a 6,1 millones”<sup>11</sup> corresponden a las pérdidas y desperdicios producidos a nivel nacional. De acuerdo con las estadísticas se identifica la gran afectación que tiene el medio ambiente con las prácticas inadecuadas que se han llevado a cabo con el uso de los residuos orgánicos; siendo esta una razón importante para iniciar a implementar tecnologías y estudiar diferentes alternativas de beneficio para aportar a la mejora continua del medio ambiente y lograr una sostenibilidad socio-económica.

Para esta investigación se indaga acerca de la producción y rendimiento del cultivo de Melón en Colombia. Los datos encontrados se observan a continuación en las gráficas 1, 2.

---

<sup>11</sup> DEPARATAMENTO NACIONAL DE PLANEACION. [www.dnp.gov.co](http://www.dnp.gov.co). Estudio pérdida y desperdicio de alimentos en Colombia (En línea). (Citado el 28 de marzo de 2016). <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Presentaciones/Perdidas%20y%20Desperdicios%20de%20alimentos%20en%20Colombia.pdf>

Grafica 1 Área sembrada vs Área cosechada del cultivo del melón en Colombia

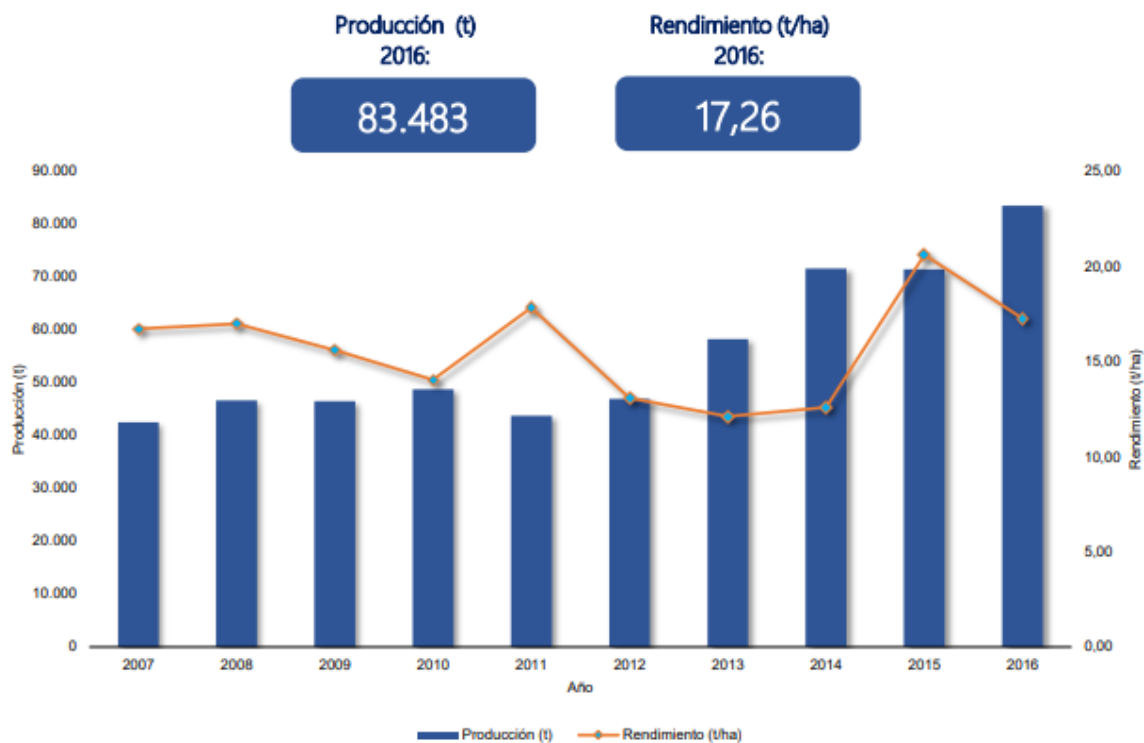


Fuente: MINISTERIO DE AGRICULTURA. Agronet.gov.co. Estadística de la producción del melón (En línea). (Citado en el 2014). <http://www.agronet.gov.co/Documents/Mel%C3%B3n.pdf>

En la gráfica 1 es posible apreciar que el área sembrada para el 2016 presentó una disminución con respecto al año anterior; mientras que el área cosechada que hace referencia al área de la cual se obtuvo producción, presenta un aumento durante el periodo de 2015 a 2016.

En la gráfica 2, se puede analizar el comportamiento de la producción que se observa en crecimiento, sin embargo, el rendimiento presenta una tendencia a disminuir.

Grafica 2 Producción vs Rendimiento de la producción del melón



Fuente: MINISTERIO DE AGRICULTURA. Agronet.gov.co. Estadística de la producción del melón (En línea). (Citado en el 2014). <http://www.agronet.gov.co/Documents/Mel%C3%B3n.pdf>

En la tabla 2, se observa los datos de la producción, el rendimiento, área cosechada y área sembrada del cultivo de melón durante la década comprendidos en el periodo de 2007 a 2016 en Colombia donde la producción del cultivo presenta un aumento considerable y el rendimiento que es el volumen total por unidad de área y se expresa en toneladas por hectárea indica una disminución durante el año 2016 con respecto al año anterior. Es importante tener en cuenta que el área cosechada y la producción del cultivo de un año provienen de las siembras del segundo periodo del año anterior y del primer periodo del año en mención.

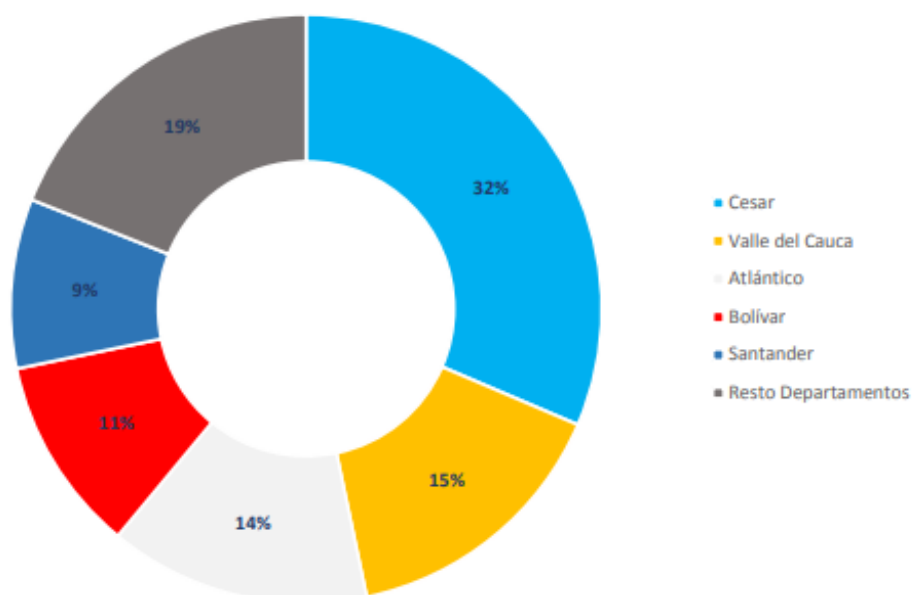
Tabla 2 Área sembrada, área cosechada, producción y rendimiento del melón en Colombia

<b>AÑO</b>	<b>ÁREA SEMBRADA (ha)</b>	<b>ÁREA COSECHADA (ha)</b>	<b>PRODUCCIÓN (t)</b>	<b>RENDIMIENTO (ha/t)</b>
<b>2007</b>	2895	2543	42513	16,72
<b>2008</b>	2930	2749	46661	16,98
<b>2009</b>	4115	2981	46483	15,59
<b>2010</b>	3352	3475	48760	14,03
<b>2011</b>	3065	2454	43750	17,83
<b>2012</b>	4911	3594	46950	13,07
<b>2013</b>	5630	4804	58195	12,11
<b>2014</b>	4949	5686	71595	12,59
<b>2015</b>	6009	3466	71413	20,60
<b>2016</b>	5795	4836	83483	17,26

Fuente: MINISTERIO DE AGRICULTURA. Agronet.gov.co. Estadística de la producción del melón (En línea). (Citado en el 2014). <http://www.agronet.gov.co/Documents/Mel%C3%B3n.pdf>

De acuerdo con los registros arrojados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural el departamento de Santander presenta una participación del 9% dentro de los principales departamentos productores de melón en el año 2016 como se ve reflejado en la gráfica 3.

Grafica 3. Principales departamentos productores del melón en el año 2016



Fuente: MINISTERIO DE AGRICULTURA. Agronet.gov.co. Estadística de la producción del melón (En línea). (Citado en el 2014). <http://www.agronet.gov.co/Documents/Mel%C3%B3n.pdf>

En la tabla 3 Se identifica un aumento en área sembrada y cosechada por consiguiente una mayor producción con respecto al año 2015. Sin embargo, el rendimiento del cultivo registra una depreciación.

Tabla 3. Área sembrada, cosechada, producción y rendimiento en Santander del melón para el 2015 y 2016

DEPARTAMENTO	ÁREA SEMBRADA (ha)		ÁREA COSECHADA (ha)		PRODUCCIÓN (t)		RENDIMIENTO (t/ha)	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
<b>Santander</b>	287	345	160	306	4546	7776	28,47	25,4

Fuente: MINISTERIO DE AGRICULTURA. Agronet.gov.co. Estadística de la producción del melón (En línea). (Citado en el 2014). <http://www.agronet.gov.co/Documents/Mel%C3%B3n.pdf>  
 A continuación, en la tabla 4 se presentan los datos de los principales municipios productores en Santander para el año para el periodo 2015-2016.

Tabla 4. Principales municipios productores de melón en Santander

MUNICIPIO	ÁREA		ÁREA		PRODUCCIÓN		RENDIMIENTO	
	SEMBRADA (ha)		COSECHADA (ha)		(t)		(t/ha)	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
<b>Girón</b>	145	141	90	139	3150	4620	35,0	33,4
<b>Cepita</b>	60	63	29	59	812	1652	28,0	28,0
<b>Molagavita</b>	0	46	0	25	0	525	0	21,0

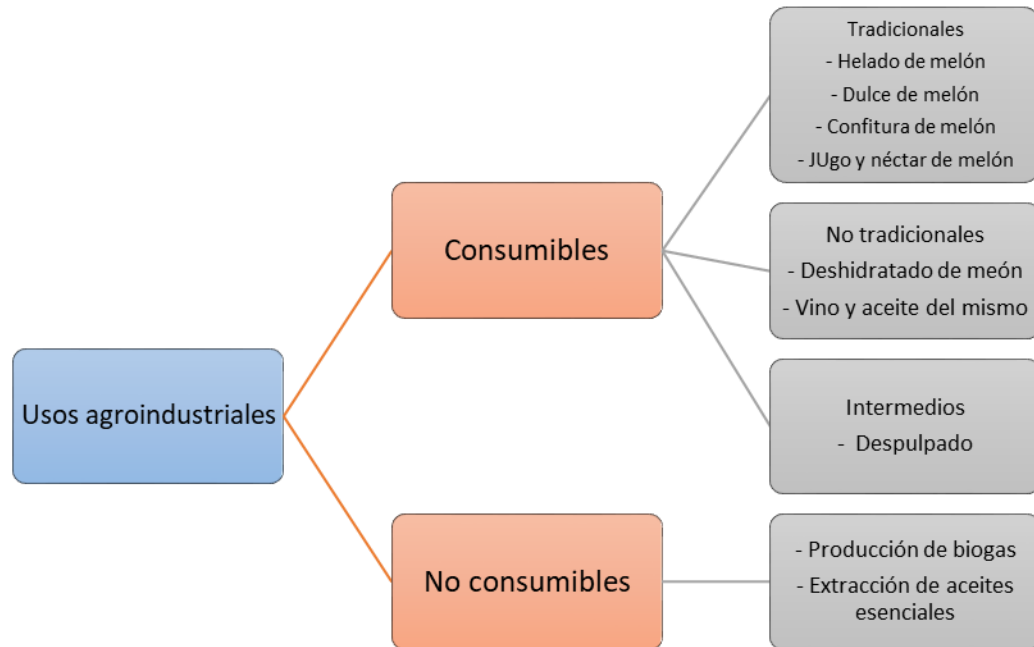
Fuente: MINISTERIO DE AGRICULTURA. Agronet.gov.co. Estadística de la producción del melón (En línea). (Citado en el 2014). <http://www.agronet.gov.co/Documents/Mel%C3%B3n.pdf>

#### 4.2 ALTERNATIVAS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL CULTIVO DE RECHAZO

Luego de analizar las estadísticas reportadas de la producción y rendimiento para el año comprendido entre el segundo semestre del 2015 y el primero del 2016 se identifica un crecimiento a nivel nacional y departamental en la producción con una disminución en el rendimiento del mismo. Por consiguiente, en esta investigación se hace énfasis en el aprovechamiento integral del melón de rechazó a manera de residuo orgánico del análisis de las alternativas y tecnologías aplicadas.

El Cucumis melo L. se puede clasificar en dos grupos de acuerdo a los usos agroindustriales como se observa a continuación en el cuadro 1.

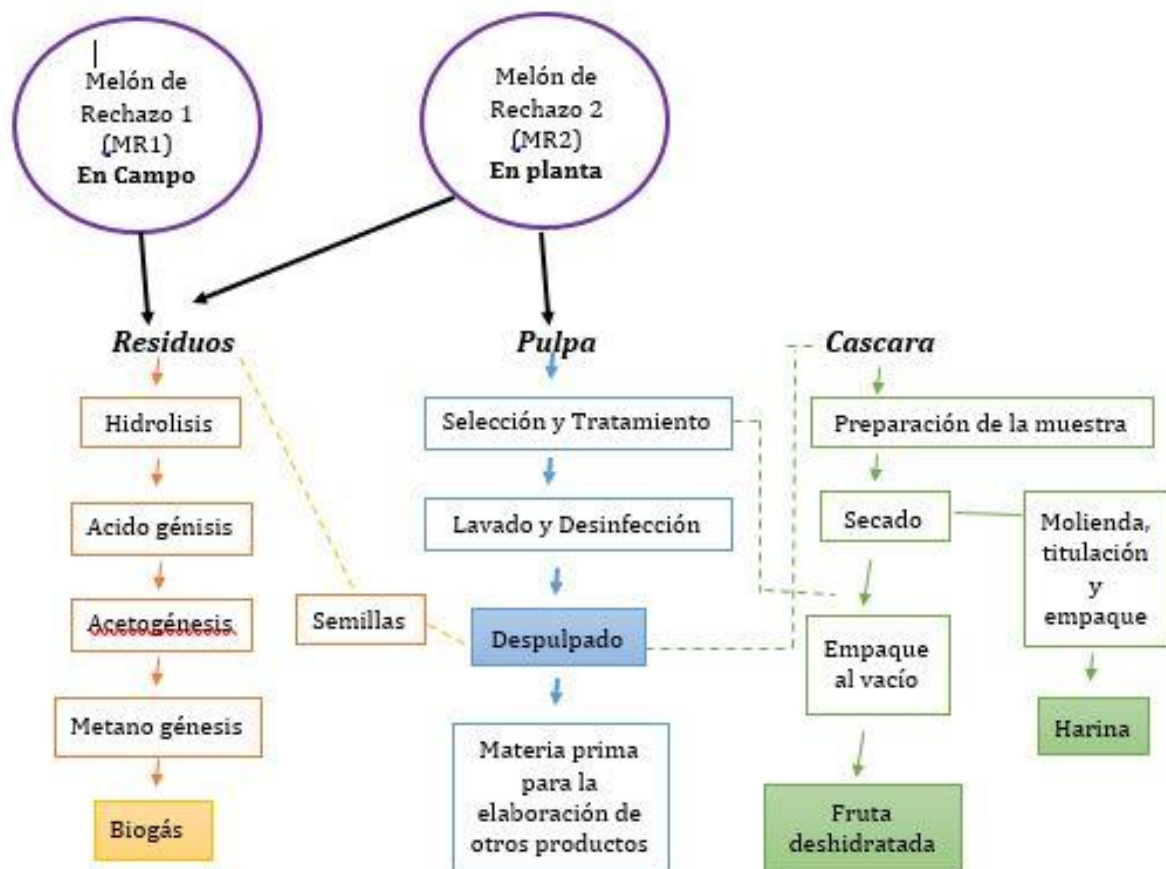
Cuadro 1. Usos agroindustriales del Cucumis melo L.



Fuente: Autor

En el cuadro 3 se puede apreciar las alternativas de selección para el aprovechamiento y uso eficaz del Cucumis melo L. su estudio en cada uno de los procesos y sus avances tecnológicos.

Cuadro 2. Alternativas seleccionadas para el uso eficaz del melón de rechazo



Fuente: Autor

**4.2.1. Despulpado.** El despulpado es una técnica que tiene como interés separar la pulpa de la cascara y las semillas para lograr obtener un producto de calidad se requiere llevar a cabo las etapas que se mencionan a continuación:

- Debe realizarse un lavado y desinfección de los melones para eliminar cualquier tipo de suciedad como tierra, bacterias entre otros y evitar afectaciones en la maquinaria, aumentando el rendimiento de la misma.

Este proceso como etapa previa garantiza un producto libre de rastros de microorganismos patógenos y residuos de pesticidas.

- Luego, se procede a realizar el pelado de la fruta que consiste en hacer una separación de la corteza de la misma y posterior a esto se realiza el cortado de la pulpa lista para su aprovechamiento como materia prima en elaboración de jugos, néctares pasando por los respectivos procesos.

“El melón presenta una composición en peso del 35% por la semilla y la cascara y un 65% por la pulpa, presenta un grado de humedad del 95,60% por lo tanto se puede considerar como un ambiente ideal para la proliferación de bacterias”<sup>12</sup>. Por tal razón, nace la necesidad de evaluar los efectos de la canela, el clavo de olor y el benzoato de sodio como bactericidas para la conservación del melón debido a la susceptibilidad que presenta ante la contaminación por las bacterias como son: *Escherichia coli* y la *Salmonella* spp., donde se obtuvo como resultado un efecto bactericida por parte del clavo de olor para las dos bacterias; en cuanto a la canela este efecto fue mínimo en la fruta inoculada con la bacteria *E. coli* mientras que para la *Salmonella* spp presentó un efecto letal.

La prueba del comportamiento organoléptico para el melón tratado con canela presentó una mayor aceptación por los catadores en cuanto a color, aroma y sabor, con respecto al tratamiento realizado con el clavo de olor, en este caso la aceptación fue menor debido a que el color adquirió un aspecto más oscuro, en el caso del benzoato de sodio impacto de manera positiva en el color de la fruta, pero en el sabor se identificó la aplicación del químico.

---

<sup>12</sup> TORRES, Juan & ROMERO, Elyn. Efecto bactericida del clavo de olor, canela y benzoato de sodio en la conservación del mango haden y el melón. Tesis: Universidad Nacional Autónoma de Honduras. 2017.173 p.

El uso de estas especias como alternativa para conservar la pulpa de melón generan un impacto positivo debido a que evitan la contaminación de bacterias, aumentando su preservación sin perder la calidad del mismo.

**4.2.2. Deshidratación.** El proceso de la deshidratación básicamente consiste en eliminar el agua que contiene un alimento en forma de vapor al ser calentado, es uno de los procesos más antiguos empleados para la conservación del producto, además de disminuir los costos de almacenamiento y transporte debido a la reducción en el peso y volumen que provoca. Sin embargo, la preferencia por las frutas y vegetales mínimamente procesados para consumo directo o como ingredientes en la elaboración de otros alimentos, ha obligado al desarrollo de nuevas tecnologías con el fin de optimizar los procesos tradicionales y mantener las características organolépticas y nutricionales de los productos frutihortícolas y su tiempo de vida comercial. A continuación, se identifican algunas alternativas tecnológicas que se han aplicado al Cucumis melo L.

La deshidratación Osmótica es una tecnología que se utiliza para la extracción de agua y reside en la inmersión de una fruta ya sea entera o en trozos en una solución acuosa siendo en la mayoría de los casos soluciones concentradas en sales y/o azúcares. Esto produce dos flujos, i) “el agua se transfiere desde el producto hacia la solución, frecuentemente acompañada por sustancias naturales (azúcares, vitaminas, pigmentos, componentes del sabor) y la ii) en la dirección opuesta, el soluto se transfiere desde la solución hacia el alimento”<sup>13</sup>. Como resultado de la deshidratación el producto tiende a perder peso, a ganar sólidos solubles y a reducir el tamaño, puede presentar alteraciones en las propiedades mecánicas y ópticas dependiendo de las condiciones que se tengan en el proceso y las características del alimento a deshidratar. “En este proceso y de manera general en función de los mecanismos de transporte de materia las variables que

---

<sup>13</sup> BIANCHI, Melina; GUARNASCHELLI, Ana. Dehidrocongelación de frutas: estudio de los parámetros de calidad. Tesis La Plata: Universidad Nacional de La Plata. 2011. 2 p.

lo afectan y que de forma operativa pueden manejarse son: concentración de la solución osmótica, naturaleza del agente osmótico utilizado, temperatura del proceso, presión y la relación masa producto a volumen de solución osmótica y agitación.”<sup>14</sup>

De acuerdo con el estudio que se realizó para el procedimiento de deshidratación osmótica del melón en Colombia se obtuvo como conclusión:” El tratamiento con glucosa en comparación con la sacarosa se ve potenciada en la solución hipertónica”.<sup>15</sup>

Otra de las alternativas tecnológicas que se consideran es el proceso de dehidrocongelación que consiste en combinar la deshidratación osmótica como etapa previa con el proceso de congelación con el interés de obtener productos congelados de buena calidad. La deshidratación osmótica como proceso en etapa inicial pretende neutralizar los efectos negativos provocados de la congelación. Por lo tanto, esta alternativa es muy atractiva para las frutas con tejidos muy delicados como: el melón, kiwi, manzana, pera y durazno.

Este proceso desde el aspecto económico también contribuye en la disminución en costos de manejo, conservación y transporte que se ven reflejado en la reducción del frío necesario debido a la disminución en la cantidad de hielo formado y la reducción de volumen.

En el estudio donde se evaluó la aplicación de esta técnica para el melón y en el “análisis de los parámetros de calidad como el color, textura y exudado, dio como resultado un descenso en la calidad de la misma haciendo referencia a las dos

---

<sup>14</sup> GÓMEZ, Eddie & CORZO, Otoniel. Deshidratación osmótica del melón cortado en forma cilíndrica. Tesis Venezuela: Universidad Metropolitana. 2002. 76 p.

<sup>15</sup> GÓMEZ, Juan. Análisis de la deshidratación osmótica de melón Tesis: Universidad del Valle. 2014. 72 p.

últimas propiedades como factores limitantes”<sup>16</sup>. Sin embargo, el uso de este proceso podría ser aplicado al consumo de un postre helado como producto congelado además de contar con la incorporación de sólidos en la fruta desde la solución osmótica, reduciendo su punto de congelación.

Otra de las técnicas utilizadas en la deshidratación y que ha sido aplicada a la pulpa del Cucumis melo L es mediante el uso de equipos de captación de energía solar que tienen como objetivo absorber la energía proveniente del sol y provocar un aumento de temperatura entre ellos y mayor a la temperatura ambiente, este calor produce la eliminación del contenido de agua del alimento que se encuentre en el interior. En la investigación que se realizó “se identifica que el proceso logra una mayor temperatura interna, haciendo rotación en dirección a los rayos del sol para lograr la mayor captación y colocando un cristal dentro del mismo, como ventaja del proceso se observó una diferencia de 20°C entre la temperatura ambiente y la del deshidratador indicando la posibilidad de la conservación de esta fruta dentro del mismo evitando la exposición al medio ambiente y la disminución en la calidad de la misma”<sup>17</sup>.

**4.2.3. Usos de la cascara del melón (Cucumis melo L).** En las investigaciones realizadas uno de los “usos más importantes de la cascara de melón es la capacidad efectiva que tiene para remover el Cromo VI en solución acuosa, además de convertirlo a cromo III lo que posibilita la eliminación del mismo”<sup>18</sup> que se encuentra presente en suelos y aguas residuales debido a las actividades industriales como son: la producción de cemento, minería, curtido de

---

16

<sup>17</sup> WONG, R. PADILLA, S. VIRAMONTES, R. Tres niveles de deshidratación de la pulpa del melón (Cucumis melo L) utilizando un deshidratador solar, bajo las condiciones ambientales de la Comarca Lagunera. 2013

pieles y producción de acero. Por lo tanto, hacer uso de esta biomasa natural para la bioadsorción en la desinfección de las aguas contaminadas muestra un gran potencial por su facilidad en la obtención, está disponible en cantidades altas y es muy económica.”<sup>19</sup>

“Otra alternativa para el aprovechamiento de la cascara de melón es la producción de harina y confites”<sup>20</sup>.

**4.2.4. Producción de biogás.** La utilización de las plantas de biogás a nivel nacional e internacional adquieren gran importancia debido al beneficio que tienen los residuos agrícolas, agroindustriales y las excretas de origen vegetal como materia prima para producción energética, además de generar un efluente que puede servir como abono o acondicionador del suelo; es una forma útil de mitigar aspectos de contaminación medioambiental. El biogás es un producto gaseoso que se logra a partir de la descomposición de materia orgánica mediante acción bacteriana o de su combustión en condiciones anaeróbicas, su composición se caracteriza por “metano principalmente (50% - 60%), dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, y trazas de hidrogeno y nitrógeno”<sup>21</sup>.

Dentro del proceso de digestión anaerobia la población microbiana tiene una función importante porque dentro de este grupo de microorganismos intervienen “bacterias facultativas con capacidad de desarrollar un metabolismo tanto respiratorio aprovechando el oxígeno, como fermentativo en ausencia del mismo,

---

<sup>19</sup> LEDEZMA, Erika. VARGAS, Manuel. CARDENAS, Juan. Eliminación de cromo VI en solución por la cáscara de melón (cucumis melo). Tesis Mexico: Universidad Autónoma de COAHUILA. 2011.

74p

<sup>20</sup> VASQUEZ, S. Aprovechamiento del melón (cucumis melo) para elaborar jugos y confites. Tesis: Ecuador. 2011

<sup>21</sup> VARGAS, Yury & PEREZ, Liliana. Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. Tesis Yopal: Fundación Universitaria de San Gil. 2018, 7 p.

y las cuales utilizan en forma secuencial los productos metabólicos generados en cada etapa que interviene en el proceso.”<sup>22</sup>

El sistema de biodigestión presenta cuatro etapas fundamentales como se observa a continuación:

- **Hidrolisis:** Es la etapa preliminar donde ocurre “la hidrolisis de polisacáridos, proteínas y lípidos a partir de la acción de bacterias hidrolíticas y fermentativas creando productos como los azúcares que tienen moléculas de bajo peso molecular, los aminoácidos, los ácidos grasos y los alcoholes; estas moléculas son transportadas a través de la membrana celular para ser fermentados a ácidos acético, fórmico, propiónico y butírico siendo estos ácidos grasos con bajo número de carbonos, así como también a compuestos reducidos como el etanol, además de hidrógeno y CO<sub>2</sub>”<sup>23</sup>.

De acuerdo a diferentes investigaciones el proceso de hidrolisis se considera como la etapa restrictiva en la velocidad del proceso debido a la presencia de residuos con alto contenido de sólidos los cuales están compuestos por celulosa, lignina las cuales presentan alta resistencia a la degradación por parte de los microorganismos anaeróbicos ocasionando una velocidad lenta para el proceso, sin olvidar la afectación en la biodegradabilidad de la celulosa, y de otros hidratos de carbono. “Otros parámetros a tener en cuenta en el proceso son: la temperatura, el pH, concentración de amoníaco, tiempo de retención hidráulico, porcentaje de lignina, carbohidratos, proteínas y grasas presentes en la biomasa; es recomendable que las partículas tengan un tamaño de 2mm aproximadamente para aumentar la disponibilidad de

---

<sup>22</sup> Ministerio de Energías, Programa de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Global Environment Facility. Manual de biogas. Santiago de Chile: 2011. 19 p.

<sup>23</sup> BAEZ María, ESPITIA Sandra, MOLINA Francisco. Digestión Anaerobia. 2002. 37-62 p.

superficie para la absorción de las enzimas hidrolíticas, contribuyendo como pretratamiento fisicoquímico fundamental para aumentar la tasa de hidrólisis y que si es un limitante en el proceso anaerobio, produce un beneficio generando menores tiempo de retención y menores tamaños de reactor”.<sup>24</sup>

- **Acidogenesis:** Este proceso representa la segunda etapa del proceso y en esta se produce la formación de ácido. Los productos generados en el proceso de hidrólisis se convierten en compuestos orgánicos solubles complejos y se dividen en ácidos orgánicos de cadena corta. En esta etapa ocurre la “fermentación de las moléculas orgánicas solubles en compuestos que puedan ser utilizadas directamente por las bacterias metano génicas y compuestos orgánicos más reducidos (propiónico, butírico, valérico, láctico y principalmente etanol)”<sup>25</sup>. Estas bacterias tienen como función principal producir el alimento para el otro grupo de bacterias que intervienen en las siguientes etapas; además de la contribución en la eliminación de oxígeno disuelto presente en el sistema por presencia de las bacterias facultativas.
- **Acetogénesis:** En esta etapa para que el metano génesis sea eficiente es necesario la oxidación de los productos resultantes en las etapas previas como el propionato, butirato y etanol a acetato, anhídrido carbónico e hidrógeno. “En el periodo de la acetogénesis la mayoría de las bacterias anaeróbicas ya han consumido todo el alimento presente de la biomasa y los productos generados son los que las bacterias metanogénicas utilizarán como sustrato”<sup>26</sup>.

---

<sup>24</sup> Ministerio de Energías, Programa de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Global Environment Facility. Manual de biogas. Santiago de Chile: 2011. 19-21p.

<sup>25</sup> Ibid., 20 p.

<sup>26</sup> Ibid., 35-42 p.

- **Metanogénesis:** “Los microorganismos metanogénicos se pueden considerar como los más importantes en el proceso de digestión anaerobia, debido a la responsabilidad que tienen de la formación del gas metano y de la eliminación del medio de los productos anteriores. La degradación de residuos pobres en celulosa está más limitada por esta etapa que por la hidrólisis debido a que estos residuos se transforman rápidamente a ácidos grasos volátiles y pueden llegar a presentar una inhibición acidificando el medio, ya que las bacterias fermentativas producen ácido con una velocidad ocho veces más rápida comparada con la que las bacterias metanogénicas consumen estos ácidos productos de la fermentación”<sup>27</sup>.

Para el tratamiento anaeróbico de la materia orgánica los factores que influyen son los siguientes:

- Tipo de sustrato: Es importante conocer el “tipo de biomasa para lograr prever la comunidad que se produce en la cámara del digestor, y el tamaño de cada grupo de los organismos deberá ser proporcional al flujo del sustrato en el medio, así como la prevalencia de algunas rutas metabólicas estará determinada por la relación entre la velocidad de producción y la capacidad de asimilación del mismo, por lo tanto si las diferencias entre el contenido de DQO y DBO son grandes esto indicara que existe una alta proporción de componentes no biodegradables.”<sup>28</sup>
- Velocidad de Carga orgánica: Es la cantidad de residuo cargado al digestor por unidad de volumen.
- Tiempo de retención: Hace referencia al tiempo promedio de permanencia del material orgánico o biomasa en el reactor, tiene relación directa con la temperatura que se da en el proceso y de acuerdo a varias investigaciones

---

<sup>27</sup> Ibid.,37 p.

<sup>28</sup> BAEZ María, ESPITIA Sandra, MOLINA Francisco. Digestión Anaerobia. 2002. 88 p.

se ha comprobado que a mayor temperatura menor es el tiempo de retención. Para disminuir estos tiempos se utilizan diferentes pretratamientos entre estos recircular la materia orgánica en las dos primeras fases durante dos horas, debido a que “el agitar la mezcla permite que los compuestos orgánicos solubles y coloidales se degraden en primer término, con un tiempo de retención hidráulica de 12 a 24 horas y este tiempo puede variar entre 15 a 30 días para la digestión mesofílica y entre 5 a 15 días para la digestión termofílica”<sup>29</sup>

- Temperatura: Es un factor importante para que el proceso se lleve a cabo con las condiciones óptimas para los microorganismos. “La digestión anaerobia se puede realizar en un rango de temperaturas que son: psicofílicos (<20°C), mesofílicas (20-40°C) y termofílicos (45-70°C) y para los extremofílicos (>60°C). En este proceso la tasa de crecimiento aumentan exponencialmente con la temperatura, de tal manera que si ocurre un aumento arbitrario de la temperatura, este alteraría las macromoléculas e impediría su metabolismo, y la tasa de crecimiento experimenta una disminución exponencial si la temperatura optima se supera”.<sup>30</sup> Por consiguiente, se requiere la estabilidad en la temperatura para prevenir la disminución en el proceso de obtención de biogás, ya que a menores temperaturas es necesario mayor tiempo de retención para que las bacterias con menor actividad degraden la biomasa; a mayores temperaturas es menos rentable el proceso por lo que requiere de más inversión.

---

<sup>29</sup> Ministerio de Energías, Programa de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Global Environment Facility. Manual de biogás. Santiago de Chile: 2011.

<sup>30</sup> GUERRERO, Carlos. BIOGAS. Alternativa ambiental en el manejo de residuos para su uso como energético sustentable. España: Academia Española, 2014.

Es importante tener en cuenta que para cada tipo de retención hidráulica existen respectivos rangos de temperatura.

- pH: Este parámetro es de influencia en inhibición o toxicidad de las bacterias metanogénicas, el pH está relacionado con el crecimiento de cada uno de los grupos microbianos presentes en el proceso ya que interviene en la actividad enzimática de los microorganismos.

Los rangos óptimos del pH para cada una de las etapas del proceso son los siguientes: “Hidrolisis y acidogénesis pH (8-4) y en la fase metanogénica el pH no debe ser menor a 6,6 y es necesario que se mantenga cercano a la neutralidad para no afectar el proceso”<sup>31</sup>

Para controlar el aumento del pH y mantenerlo en el rango óptimo es posible retirar una cantidad pequeña del efluente y adicionar en la misma proporción materia orgánica fresca; en caso de que se presente una disminución se puede agregar cenizas, fertilizantes o agua amoniacal diluida.

- Humedad: Es la relación de masa de agua por masa de materia seca. “una materia orgánica con porcentajes de humedad mayor al 50% puede ser aprovechada energéticamente mediante un proceso bioquímico como la fermentación o la digestión anaerobia”<sup>32</sup>.
- Macronutrientes y Micronutrientes: El estudio de estos factores permite conocer a que residuo se le efectuara el tratamiento por digestión anaerobia, debido a que el nitrógeno y el carbono son los componentes que

---

<sup>31</sup> PEÑA, Gonzalo. Tabla de composición de alimentos. Unidad de Planeación Minero Energética, UPME. Guía para la implementación de sistemas de producción de biogás. 01 ed. Bogotá D.C: 2003.

<sup>32</sup> Ibid., 134 p.

se requieren en mayor cantidad para microorganismos pues su base estructural está compuesta por los mismos.

Los micronutrientes como los macronutrientes desempeñan un papel importante en el proceso de la función celular, estos actúan como cofactores de enzimas que admiten realizar rutas metabólicas que se generan durante la degradación de la materia orgánica.

- Relación Carbono/Nitrógeno: La relación entre estos compuestos influye en la producción del biogás, el carbono actúa como fuente de energía de los microorganismos y el nitrógeno es utilizado en la formación de nuevas células.” Estas bacterias consumen 30 veces más carbono que nitrógeno, por lo que la relación óptima de estos dos elementos en la materia prima se considera en un rango de 30:1 hasta 20:1”<sup>33</sup>
- Inhibición y Toxicidad: Estos parámetros determinan el estado del proceso en un digestor. Algunos de los factores que pueden contribuir con la inhibición del proceso especialmente en la etapa de metanogénesis se encuentran: “acidificación a partir del acetato, por el exceso del sustrato se inhibe la producción de metano cuando la producción de ácidos excede su consumo, alta presencia de amoníaco la cantidad que resulta inhibitoria también depende el pH, la concentración de sustrato, la relación C/N, la capacidad taponadora del medio y de la temperatura, los fenoles y alquifenoles también se consideran tóxicos para las bacterias metanogénica. La transferencia de CO<sub>2</sub> por medio de la interface gas-liquido es limitante de la digestión anaerobia pues su incremento rápido en la producción de CO<sub>2</sub> produce disminución en las mismas proporciones en la producción de metano y a su vez una acumulación de ácido acético; una

---

<sup>33</sup> Ministerio de Energías, Programa de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Global Environment Facility. Manual de biogás. Santiago de Chile: 2011. 35 p.

disminución alta en la producción de CO<sub>2</sub> conlleva a un incremento rápido de la producción de metano”<sup>34</sup>

En Colombia la producción de biogás ha utilizado la técnica que trata de buscar una mezcla de materia orgánica que sea más sencilla de digerir por las bacterias para mejorar la eficiencia de la producción de biogás.

Otra de las alternativas y de acuerdo al estudio del estado de arte el método de pre tratamiento de los sustratos mejora las condiciones en la digestión anaeróbica los principales métodos están relacionados con:

- Pre tratamientos físicos: son utilizados cuando los problemas son con la baja degradación de los sustratos, el rendimiento del metano es bajo, inestabilidad en los procesos o etapas de degradación anaeróbica. Para mejorar estas condiciones es posible emplear los tratamientos físico-mecánicos como: molinado, homogenización a alta presión, térmicos y ultrasonidos. La aplicación de estos pre tratamientos aumenta el rango del hidrólisis y la biodegradabilidad anaeróbica del sustrato, especialmente si este pertenece a los residuos sólidos municipales.
- Pre tratamientos mecánicos: su función es la reducción de las dimensiones de los sustratos por medio de la ruptura de sus paredes celulares lo que conlleva a los enlaces complejos a otros más simples, aumentando la velocidad y eficiencia de la etapa del hidrólisis. Dentro de las operaciones que se llevan a cabo en el proceso de separación de materiales son: reducción del tamaño, separación por tamaño, separación por densidad, separación mediante campos magnéticos y compactación.

---

<sup>34</sup> HANSSON G., MOLIN. End Product Inhibition in Methane Fermentation: Effects of Carbon Dioxide and Methane on Methenogenic Bacteria Utilizing Acetate. European J.Appl. Microbiol.Biotechnol, 1981. p. 236-247

- Pre tratamiento térmico: Esta operación logra un mejoramiento en la eficiencia de los procesos anaeróbicos porque intervienen en los procesos de solubilización de los sustratos en la etapa del hidrolisis. “Los compuestos orgánicos e inorgánicos son eficientemente solubilizados durante el proceso de tratamiento térmico, reduciendo el volumen del digestor y mejorando la producción de biogás. La energía térmica resultante puede ser recuperada para mantener la temperatura del proceso anaeróbico”.<sup>35</sup>
- Pre tratamiento por ultrasonido: Cuando la aplicación de altas intensidades de ultrasonido da lugar a reacciones físico químicas que dan posibilidad de modificar de manera significativo la estructura de los materiales presentes en el líquido.
- Pre tratamiento por químicos: En los tratamientos anaeróbicos de los sustratos el método químico más utilizado es el de álcalis debido a que aumenta la solubilización de la demanda química de oxígeno y la producción de biogás.
- Pre tratamiento Biológico: el objetivo de la aplicación de esta técnica es preparar los sustratos para una degradación enzimática, para elegir el mejor método y condición de pre tratamiento depende del tipo de sustrato. Dentro de los microorganismos para degradar se encuentran algunos tipos de hongos y bacterias.
- Pre tratamiento combinados: los tratamientos físicos, químicos y biológicos tiene como fin dos objetivos: optimizar la biodigestibilidad e incrementar la

---

<sup>35</sup> MARTINEZ, Carlos, GARCÍA, Yaser. Utilización de pretratamientos básicos y específicos para la producción de biogás. Revisión y análisis. Tesis Cuba: Universidad Central. 2016.

producción de biogás. Un efectivo tratamiento requiere reunir las siguientes exigencias: “a) Impedir la posible formación de inhibidores del hidrolisis enzimático y de los microorganismos fermentativos, b) Minimizar la demanda de energía, c) Reducir los costos de fraccionamiento de sustrato, d) Reducir los costos de los materiales de construcción para el uso de pretratamientos en el biorreactor, e) Producción de menos residuos, f) Poco consumo de químicos caros”.<sup>36</sup>

Es importante resaltar que esta alternativa utilizada para la optimización en la producción de biogás presenta como desventaja el incremento en los costos de manipulación, una tendencia al manejo de menores límites de nitrógeno lo que conlleva a la identificación de la edad de los sustratos y la depreciación de la degradabilidad de los sustratos activados.

A nivel de avance tecnológico y con el fin de optimizar el proceso se tiene como alternativa el uso de nano partículas de hierro que se introducen en los reactores aumentando la eficiencia energética del proceso y la calidad del efluente o fertilizante. De acuerdo con los investigadores de “esta técnica la función de las nano partículas de hierro es acelerar la degradación de la materia orgánica y así aumentar la producción de biogás, además de hacer uso de la parte final o residuo de biomasa en el proceso de biodigestión y que de forma tradicional queda sin procesar, también hacen referencia al trabajo que realizan las bacterias estimuladas aun cuando el digestor se encuentra en condiciones estándar, un proceso que deja de ser improductivo a nivel industrial. Otro de los beneficios aparte de aumentar tres veces la producción de biogás, es mejorar la calidad del fertilizante aportando mayor cantidad de hierro”<sup>37</sup>

---

<sup>36</sup> Ibid.,2016.

<sup>37</sup> PUENTES, Victor. Una tecnología con nanopartículas triplica la producción de biogás. Universidad Autónoma de Barcelona. (En línea) (citado en el 2014) <https://www.uab.cat/web/sala-de-prensa/detalle-noticia/una-tecnologia-con-nanoparticulas-triplica-la-produccion-de-biogas-1345667994339.html?noticiaid=1345676996458>

En la tabla 5 es posible observar la ventajas y desventajas de las alternativas mencionadas anteriormente para hacer uso del melón (cucumis melo L).

Tabla 5. Ventajas y desventajas de las alternativas seleccionas para el aprovechamiento del Cucumis melo L

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>La DO evita la perdida de aromas propios de la fruta.</b></li> <li>• <b>La técnica produce una conservación alta de las características nutricionales y organolépticas.</b></li> <li>• <b>Disminuye el riesgo de un rápido desarrollo de microorganismos a condiciones ambientales.</b></li> <li>• <b>Tiene un bajo costo en caso de pilotos (mano de obra no calificada, recipientes medianos de plástico, cero consumos energéticos)</b></li> <li>• <b>Asequibilidad del soluto en zona rural.</b></li> <li>• <b>Aplicación optima con glucosa para el cucumis melo I.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Por lo general los productos resultantes presentan inestabilidad y requieren de otro proceso.</b></li> <li>• <b>Problemas con la conservación de jarabes con el fin de evitar la fermentación.</b></li> <li>• <b>Inconvenientes con el almacenamiento de grandes volúmenes, la reutilización después de concentrado, el riesgo por contaminación microbiana una vez los °Brix sean menores a 60.</b></li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• La técnica de deshidrocongelación genera un menor costo en transporte, almacenamiento y conservación de la fruta.</li> <li>• Esta técnica aumenta la vida comercial del producto.</li> <li>• Aplicada al melón tiene como aprovechamiento de la fruta congelada como postre de helado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta alternativa aplicada al melón presenta disminución a la calidad en cuanto a la textura y el exudado</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La tecnología aplicada con el uso de secadores solares permite hacer uso de una energía renovable.</li> <li>• Esta técnica permite tener el producto deshidratado dentro de los secadores para evitar el contacto con la fauna nociva del medio ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un proceso limitado por la dependencia de las condiciones climáticas</li> <li>• Requiere de una infraestructura con mayor diseño.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitigación en la contaminación ambiental esto se debe a la destrucción por parte de la carga orgánica de todos los</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta técnica tiene un factor limitante y es el oxígeno.</li> <li>• Requiere para cada fase un grupo de bacterias específicas y a condiciones</li> </ul>

**microorganismos aerobios.**

- **La producción de energía a bajo costo por medio de la degradación parcial de la biomasa convirtiéndolo en metano y otros subproductos.**
- **La utilización del efluente como bioabono reduciendo los efectos negativos del fertilizante en su producción como aplicación para el medio ambiente local y global.**
- **Presenta alternativas para la optimización del proceso.**
- **Se hace aprovechamiento del 100% del residuo orgánico.**

de operación estrictas para evitar su inhibición.

- Esta alternativa no se ha aplicado en el aprovechamiento del melón de residuo.

Fuente: Autor

#### 4. CONCLUSIONES

- De acuerdo con los datos registrados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el rendimiento en la producción del cultivo de melón presenta una tendencia decreciente; por tanto, es necesario hacer uso de las tecnologías aplicadas en la cadena productiva del mismo con el objetivo de reducir pérdidas durante el proceso.
- Una de las aplicaciones que más contribuye en la mitigación al impacto del medio ambiente de la cascara de melón es la desinfección de aguas contaminadas por cromo VI, que demostró capacidad efectiva de remoción y eliminación de este metal; además que tiene la facilidad y el bajo costo en la asequibilidad de la biomasa.
- En el Cucumis melo L la técnica de deshidratación osmótica ha sido estudiada a escala de laboratorio obteniendo como resultados la óptima aplicación con la glucosa como soluto.
- En la investigación del proceso de deshidrocongelación con la fruta del melón, se identificó como limitante la disminución en la calidad del producto en cuanto a textura y exudado. Sin embargo, ofrece una fruta congelada que se puede dar consumo como postre de helado.
- Para los procesos de deshidratación, conservación de la fruta y uso de la cascara se han realizado varios estudios para el aprovechamiento del

melón. Por consiguiente, el análisis de viabilidad económica para su aplicación es de vital importancia.

- Se encontró como limitante en la revisión bibliográfica la poca información con respecto a los avances tecnológicos en cada una de las alternativas de elección y su aplicación al cultivo de melón.
- La producción de biogás es una técnica aplicada en Colombia para uso de residuos agrícolas, productos de post cosecha de algunas frutas y para los excrementos de los animales. Sin embargo, para el Cucumis melo L no se ha realizado ninguna investigación para evaluar su potencial energético y viabilidad.
- El melón es un cultivo transitorio que se obtiene durante todo el año y presenta gran acogida en otros países por sus propiedades nutricionales. Por consiguiente, mejorar el rendimiento de la producción y dar uso a las tecnologías que sean viables indicaría un importante aporte socio-económico para los agricultores, un ciclo sostenible y de mejora para el medio ambiente.

## BIBLIOGRAFÍA

ALMUDENA. La biomasa en Colombia: El gran reto para generar energía sustentable (En línea). (Citado el 13 de marzo de 2014) <https://twenergy.com/co/a/la-biomasa-en-colombia-el-gran-reto-para-generar-energia-sustentable-1140>

AVILA, S. Análisis de un piloto de biogás doméstico en zonas rurales del municipio de Jerusalén Cundinamarca. Tesis: Universidad Militar Nueva Granada. 2018.

BAEZ María, ESPITIA Sandra, MOLINA Francisco. Digestión Anaerobia. 2002.

BIANCHI, M. GUARNASCHELLI, A. Dehidrocongelación de frutas: estudio de los parámetros de calidad. Tesis La Plata: Universidad Nacional de La Plata. (En línea) (Citado en el 2011) [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-DehidrocongelacionDeFrutas-4223413%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-DehidrocongelacionDeFrutas-4223413%20(1).pdf)

CALDEÓN, E. Establecimiento de un cultivo de melón variedad cantaloupe (Cucumis melo L.) como estrategia innovadora para fomentar el desarrollo agrícola y social del municipio de Sardinata Norte de Santander. Tesis de grado Yopal: Universidad de la Salle. 2017

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PALNEACIÓN. [www.dnp.gov.co](http://www.dnp.gov.co). Estudio perdida y desperdicio de alimentos en Colombia (En línea). (Citado el 28 de marzo de 2016). <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Presentaciones/Perdidas%20y%20Desperdicios%20de%20alimentos%20en%20Colombia.pdf>

El cultivo del melón (Cucumis melo L.) (En Línea)  
[http://bdigital.unal.edu.co/46253/18/958809528\\_Part05.PDF](http://bdigital.unal.edu.co/46253/18/958809528_Part05.PDF)

HANSSON G., MOLIN. End Product Inhibition in Methane Fermentation: Effects of Carbon Dioxide and Methane on Methenogenic Bacteria Utilizing Acetate. European J. Appl. Microbiol. Biotechnol, 1981.

GARCIA, A. GÓMEZ, J. Evaluación de la producción de biogás a partir de residuos vegetales obtenidos en la central de abastos de Bogotá mediante digestión anaerobia. Fundación Universidad de América. (En línea) (Citado en el 2016) [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/6112733-2016-2-IQ%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/6112733-2016-2-IQ%20(1).pdf)

GUERRERO, Carlos. BIOGAS. Alternativa ambiental en el manejo de residuos para su uso como energético sustentable. España: Academia Española, 2014.

GÓMEZ, E. CORZO, O. Deshidratación osmótica del melón cortado en forma cilíndrica. Tesis Venezuela: Universidad Metropolitana. (En Línea) (Citado en el 2002) [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-DeshidratacionOsmoticaOptimaDelMelonCortadoEnForma-4004109%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-DeshidratacionOsmoticaOptimaDelMelonCortadoEnForma-4004109%20(2).pdf)

GÓMEZ, J. Análisis de la deshidratación osmótica de melón Tesis: Universidad del Valle. (En línea) (Citado en el 2014) <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/316-1142-1-PB.pdf>

GUZMÁN, N. Cartilla para el cultivo del melón. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). 2005.

INFOAGRO. [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com). Frutas tradicionales el melón (En línea). [http://www.infoagro.com/frutas/frutas\\_tradicionales/melon.htm](http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/melon.htm)

JAPON QUINTERO, J. Cultivo de melón y sandía (En línea)  
[https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1981\\_23-24.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1981_23-24.pdf)

LEDEZMA, Erika. VARGAS, Manuel. CARDENAS, Juan. Eliminación de cromo VI en solución por la cáscara de melón (cucumis melo). Tesis México: Universidad Autónoma de COAHUILA. 2011. 74p

MARTINEZ, C, GARCÍA, Y. Utilización de pretratamientos básicos y específicos para la producción de biogás. Revisión y análisis. Tesis Cuba: Universidad Central. 2016.

MARTINEZ, N. DIAZ, R and SOLIS D. Alternativas tecnológicas para mejorar el ingreso de los productores de melón en la región de Azuero, Panamá (En línea). (Citado el 2014) [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Informe\\_Tecnico\\_melon.pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Informe_Tecnico_melon.pdf)

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Agronet.gov.co. Estadística de la producción de melón (En línea) <http://www.agronet.gov.co/Documents/Melón.pdf>

Ministerio de Energías, Programa de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Global Environment Facility. Manual de biogas. Santiago de Chile: 2011.

PEÑA, G. Unidad de Planeación Minero Energética, UPME. Guía para la implementación de sistemas de producción de biogás. 01 ed. Bogotá D.C: 2003

PIRE, R. Extracción de N, P, k, Ca y Mg por plantas de melón (Cucumis melo L.) híbrido Packstar bajo condiciones de Tarabana, estado Lara. Tesis: Universidad de Zulia. (En línea) (citado en el 2004)  
[file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Separata8%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Separata8%20(1).pdf)

PUENTES. Biogás plus triplica la producción de energía a partir de residuos (En Línea) (Publicado en 2014) <https://www.technologyreview.es/s/4686/biogas-plus-triplica-la-produccion-de-energia-partir-de-residuos>

RUIZ, Y. Implementación de 2.000 m<sup>2</sup>de melón (cucumis melo) cv cantaloupe en el corregimiento de la Gabarra, municipio de Tibú departamento Norte de Santander. Tesis de grado Yopal: Universidad de la Salle. 2017.

SITORUS, B. SUKANDAR, SENO D, P. Biogas recovery from anaerobic digestion process of mixed fruit- vegetable wastes (En Línea) (Citado en el 2013) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610213000258>

TORRES, J. ROMERO, E. Efecto bactericida del clavo de olor, canela y benzoato de sodio en la conservación del mango haden y el melón. Tesis: Universidad Nacional Autónoma de Honduras. (En línea) (Citado en el 2017) <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/5954-Texto%20del%20art%C3%ADculo-20426-1-10-20180517.pdf>

UNIVERSIDAD DE CORDOBA. Cascara de Naranja: nueva vía para obtener biogás (En línea) (citado el 24 de septiembre de 2010) <https://www.compromisorse.com/rse/2010/09/24/cascaras-de-naranja-nueva-via-para-obtener-biogas/>

VARGAS, Y. PEREZ, Liliana. Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. Tesis Yopal: Fundación Universitaria de San Gil. 2018,

VASQUEZ, S. Aprovechamiento del melón (cucumis melo) para elaborar jugos y confites. Tesis: Ecuador (En línea) (Citado en el 2011)  
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4685/1/T180.pdf>

WONG, R. PADILLA, S. VIRAMONTES, R. Tres niveles de deshidratación de la pulpa del melón (Cucumis melo L) utilizando un deshidratador solar, bajo las condiciones ambientales de la Comarca Lagunera (En línea) (citado en el 2013)  
[http://www.agrofaz.mx/wp-content/uploads/articulos/2013131V\\_1.pdf](http://www.agrofaz.mx/wp-content/uploads/articulos/2013131V_1.pdf)

YEPES, S. MONTOYA, L. and OROZCO, F. Valoración de residuos agroindustriales- frutas en Medellín y el barrio de Aburra, Colombia (En línea)  
<http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v61n1/a18v61n1.pdf>