

PROPUESTA DE CONSERVACIÓN DEL PEPINO COHOMBRO (*Cucumis sativus*  
L) UTILIZANDO DIFERENTES MÉTODOS QUE EVITEN SU DETERIORO

LUIS FERNANDO GAVIRIA TRUJILLO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA  
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN PROCESOS INDUSTRIALES  
AGROALIMENTARIOS  
PEREIRA  
2016

PROPUESTA DE CONSERVACIÓN DEL PEPINO COHOMBRO (*Cucumis sativus*  
L) UTILIZANDO DIFERENTES MÉTODOS QUE EVITEN SU DETERIORO

LUIS FERNANDO GAVIRIA TRUJILLO

Monografía

Profesor:

Lina María Suárez Guzmán

Mgs. En Ingeniería de Alimentos

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA  
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN PROCESOS INDUSTRIALES  
AGROALIMENTARIOS  
PEREIRA  
2016

Dedicatoria:

A mi familia que con paciencia, apoyo y amor han contribuido a esta importante meta.

## Texto de agradecimiento

Agradezco a la comunidad académica por la gestión y apoyo de los proyectos emprendidos así como a la culminación del presente proyecto

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
1. JUSTIFICACIÓN .....	10
2. OBJETIVO.....	11
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3. MARCO TEORICO Y REFERENCIAL .....	12
3.1 GERENERALIDADES DEL PRODUCTO .....	12
3.2 PRODUCCIÓN DEL PEPINO EN COLOMBIA .....	13
3.3 INDUSTRIALIZACIÓN DE LAS HORTALIZAS EN COLOMBIA .....	14
3.4 CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA PEPINO FRESCO .....	16
3.5 FACTORES DE CONSERVACIÓN .....	216
4. METODOLOGÍA.....	28
4.1 DESCRIPCIÓN DE PRODUCTO .....	28
4.2 FORMULACIÓN .....	28
4.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO.....	28
6. CONCLUSIONES.....	32
7. BIBLIOGRAFÍA .....	33

## LISTA DE GRÁFICOS

	pág.
Gráfico 1. Estructura simplificada de las cadenas de hortalizas en Colombia .....	15
Gráfico 2. Curvas típicas de las isothermas de adsorción y desorción de los alimentos .....	19
Gráfico 3. Zonas de las isothermas de Sorción .....	21
Gráfico 4. Diagrama de flujo elaboración de pepino encurtido.....	29

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Composición del Pepino Cohombro.....	14
Tabla 2. Caracterización Físicoquímica .....	17
Tabla 3. Presión de vapor relativa y alteración de los alimentos .....	22
Tabla 4. Valores pH y $a_w$ producto comercial .....	26
Tabla 5. Formulación pepinos agridulces .....	28

## INTRODUCCIÓN

El pepino se encuentra dentro de la categoría de “frutas y hortalizas frescas” las cuales son reconocidas por ser productos perecibles por su tendencia deteriorarse rápidamente, esto conlleva a grandes pérdidas poscosecha en todo el proceso, es decir, durante la cosecha, después durante el acopio y distribución y finalmente cuando el consumidor compra y utiliza el producto. Según datos del Departamento Nacional de Planeación (DNP) de este año, en Colombia anualmente las pérdidas y desperdicio de los alimentos alcanza el 34% y de este total el 19,8% corresponde a desperdicio y pérdidas poscosecha y almacenamiento.<sup>1</sup>

La Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura – FAO, ha declarado a Colombia dentro de los siete países como potenciales despensas de comida para el mundo. Por ello es un gran reto para Colombia, primero disminuir sus índices de desnutrición y disminuir las pérdidas poscosecha.

Dentro del potencial que posee Colombia está el de la producción de hortalizas, pero esto debe ir acompañado del fortalecimiento tecnológico de la cadena hortofrutícola mediante la producción de productos con valor agregado que además aumenten la vida útil de las materias primas y genere desarrollo agroindustrial a las regiones.

El Pepino cohombro (*Cucumis sativus L*) es una materia prima con alto contenido de humedad muy susceptible al ataque de microorganismos y enzimas que promueven su deterioro en cortos tiempos si no se tiene en cuenta las condiciones de almacenamiento. Por tanto se pretende formular una propuesta de desarrollo

---

<sup>1</sup> Medina C., María Alejandra. Cómo Colombia desperdicia la comida. Mayor pérdida en cosecha y Poscosecha. [En Línea].El Espectador. Bogotá D.C. 28, Marzo, 2016. Sec 3. [Citado 10 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://www.elespectador.com/noticias/economia/colombia-desperdicia-comida-articulo-624309>



de un producto con valor agregado, que incremente la vida útil de la materia prima partiendo del análisis de sus principales factores de deterioro y los métodos que pueden ser empleados.

Con base en los datos teóricos de las características fisicoquímicas y los factores de deterioro, se elabora la propuesta para ser desarrollada de manera experimental en otra fase del proyecto.

## 1. JUSTIFICACIÓN

Debido al desperdicio y pérdida de los alimentos en la fase de poscosecha y almacenamiento y al potencial de Colombia como despensa de alimentos, se hace necesario desarrollar productos con valor agregado que prolonguen la vida útil y a la vez impulsen el crecimiento de la cadena Hortofrutícola y por ende el desarrollo agroindustrial de Colombia.

El desarrollo de una conserva utilizando como materia prima el pepino cohombro (*Cucumis sativus L*) pretende entregar una propuesta de conservación de esta materia prima, partiendo del conocimiento de sus propiedades y de sus componentes individuales mediante un proceso de elaboración que contemple los parámetros de producto y proceso.

## 2. OBJETIVO

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Conservación del pepino cohombro (*Cucumis sativus L*) como materia prima, utilizando diferentes métodos acordes a su composición y propiedades garantizando de esta manera el aumento de su vida útil y la generación de valor agregado.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.2.1 Analizar las propiedades y composición del Pepino cohombro como materia prima.
- 2.2.2 Relacionar los métodos de conservación con las propiedades de la materia prima.
- 2.2.3 Seleccionar la propuesta técnicamente factible que conlleve a la elaboración de un producto que aumente la vida útil del pepino como materia prima.

### 3. MARCO TEORICO Y REFERENCIAL

#### 3.1 GERENERALIDADES DEL PRODUCTO

El pepino cohombro (*cucumis sativus L*) es el fruto en baya de una planta herbácea con el mismo nombre. Pertenece a la familia de las Cucurbitáceas. Bajo este nombre se engloban unas 850 especies de plantas, casi todas herbáceas, trepadoras o rastreras, que producen frutos muy grandes y protegidos por una corteza firme. Frutas como la sandía y el melón, al igual que hortalizas tan comunes como el calabacín o la calabaza, pertenecen a esta misma familia.

El fruto es carnoso, largo y cilíndrico. La pulpa es de color blanquecino, bastante acuosa y de sabor refrescante. Posee semillas repartidas por todo el fruto y estas son ovaladas, aplanadas de color blanco amarillento y de tamaño mediano.<sup>2</sup>

El pepino es un fruto con numerosas células parenquimatosas. Es conocido por su bajo valor energético, con un aporte de 14 kcal/100 g. Para pepinos frescos, el contenido de agua es muy alto (96%), con un aporte de 4.7 mg de ácido ascórbico, 14 mg calcio, 149 mg potasio, 17 mg de fósforo y 11 mg magnesio por 100 g de producto fresco. Comparado con el promedio de las hortalizas, el contenido en vitamina C, A, E y fibra es menor <sup>3</sup> y en proporciones aun menores vitaminas del grupo B tales como folatos, B1, B2 y B3. En su piel se encuentran

---

<sup>2</sup> Jaime-Green, M., Lucero-Flores, J.M, Sánchez Verdugo, C. Inteligencia de mercado de pepino. [En línea]. Edit. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México. 85 p. [citado 20 de septiembre de 2106]. 2012. Disponible en: <http://intranet.cibnor.mx/personal/bmurillo/docs/inteligencia-mercado-pepino.pdf>.

<sup>3</sup> Martelo C, Yisell; Cortes R, Misael y Restrepo M, Diego. Dinámica de impregnación al vacío en apio (*Apium graveolens L.*) y pepino (*Cucumis sativus L.*). [En línea], vol.16, n.2 [citado 26 de septiembre de 2016]. 2011. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S012202682011000200017&lng=en&nr m=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012202682011000200017&lng=en&nr m=iso)>. ISSN 0122-0268

pequeñas cantidades de beta-caroteno, pero una vez que se pela el pepino, su contenido se reduce casi a cero.<sup>4</sup>

El pepino no se considera una hortaliza rica en minerales, si bien el más abundante el potasio. En menor proporción se hallan el fósforo y el magnesio.

En la composición del pepino está presente una pequeña proporción de beta-sitosterol; un compuesto con actividad antiinflamatoria e hipoglucemiante, que participa en la respuesta del sistema inmunológico.<sup>5</sup>

Este fruto se produce en clima medio en una altura sobre el nivel del mar (msnm) de 1000 a 1800.<sup>6</sup>

### 3.2 PRODUCCIÓN DEL PEPINO EN COLOMBIA

En Colombia la producción de pepino cohombro está concentrada en los departamentos del Valle del Cauca y Santander, con 413 ha, lo cual corresponde a un 77% del área cultivada a nivel nacional. Para el período comprendido entre 2000 y 2009, el año 2008 fue el de mayor producción con 15163 t con un rendimiento de 22,8 t/ha<sup>7</sup>.

---

<sup>4</sup> Ibíd.

<sup>5</sup> EROSKI CONSUMER. Hortalizas y Verduras. Guía práctica de verduras: Pepino. [En línea]. [citado 26 de Septiembre de 2016]. Disponible en: <http://verduras.consumer.es/pepino/introduccion>.

<sup>6</sup> Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Guía Ambiental hortofrutícola de Colombia. [En línea]. Bogotá. 2009. [citado 25 de septiembre de 2016]. 141 p. Disponible en: [http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca\\_30\\_guiaambiental.pdf](http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_30_guiaambiental.pdf)

<sup>7</sup> Casilimas, Héctor, et al; Manual de producción de pepino bajo invernadero [En línea] Primera edición. Bogotá, Universidad Jorge Tadeo Lozano. 2012. [citado 3 de octubre de 2016]. 208 p. Disponible en [http://avalon.utadeo.edu.co/servicios/ebooks/manual\\_pepino/index.html#5/z](http://avalon.utadeo.edu.co/servicios/ebooks/manual_pepino/index.html#5/z). ISBN 978-958-725-098-5.

Tabla 1. Composición del Pepino Cohombro.

<b>Composición por 100 gramos de porción comestible</b>	
Energía (Kcal)	12
Agua (ml)	97
Proteínas (g)	0,7
Hidratos carbono (g)	1,9
Fibra (g)	0,5
Potasio (mg)	140
Fósforo (mg)	20
Magnesio (mg)	9
Folatos (mcg)	13
Vitamina C (mg)	6

Fuente: <http://verduras.consumer.es/pepino/introduccion>

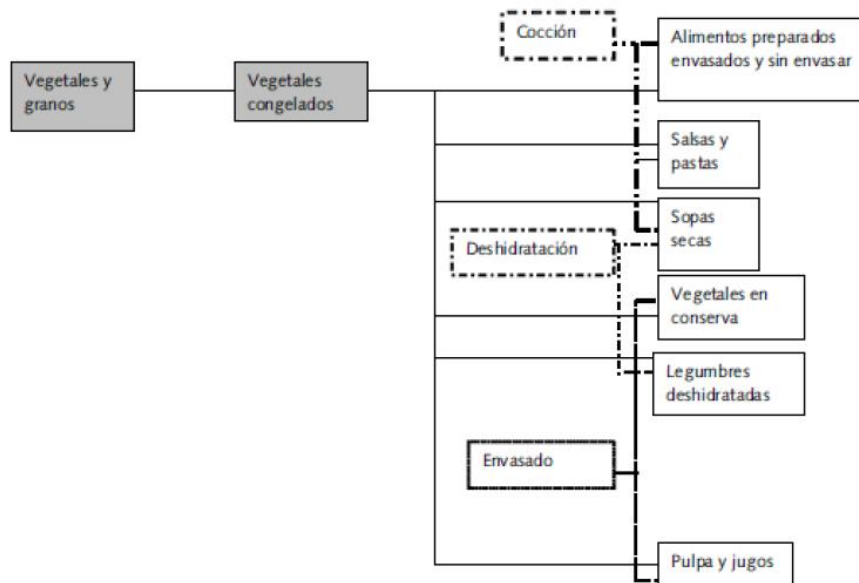
El manejo poscosecha indicado para este producto, es el almacenamiento a una temperatura de 10 a 13 °C y una humedad relativa del 85 al 90%, con estas indicaciones se puede mantener almacenado de 10 a 14 días.

### 3.3 INDUSTRIALIZACIÓN DE LAS HORTALIZAS EN COLOMBIA

En Colombia, la producción de hortalizas en su gran mayoría va orientada a cubrir la demanda alimentaria regional. El producto que llega al proceso de producción, es utilizado por los agroindustriales encargados de la transformación, para la elaboración de salsas, pastas, sopas, conservas, congelados, deshidratados, ensaladas, encurtidos, entre otros productos, generando de esta manera valor agregado en la cadena productiva de las hortalizas. Los productos que tuvieron

mayor participación en la producción fueron: las salsas y las pastas, las sopas secas y los vegetales congelados. (Gráfico 1)

Gráfico 1. Estructura simplificada de las cadenas de hortalizas en Colombia



Fuente: COLOMBIA. SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO. Estudios de Mercado. Cadena productiva de las hortalizas en Colombia

De acuerdo con la Corporación Colombia Internacional, el cultivo de hortalizas ha presentado escasa transformación, por cuanto su producción depende de economías esencialmente campesinas y el alcance de su oferta es principalmente regional.<sup>8</sup>

Colombia exporta los productos de esta cadena a diversos países, la mayoría en proporciones muy pequeñas que no logran alcanzar el 1%. Entre los países a los

<sup>8</sup> COLOMBIA. SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO. Estudios de Mercado. Cadena productiva de las hortalizas en Colombia: diagnóstico de libre competencia (2009-2011) [En línea]. Bogotá. 2012. [citado 2 de Octubre de 2016]. Disponible en: <http://www.sic.gov.co/drupal/masive/datos/estudios%20economicos/Documentos%20%20elaborados%20por%20la%20Delegatura%20de%20Proteccion%20de%20la%20Competencia/2011/Hortalizas2012.pdf>.

cuales se destinan los mayores volúmenes de exportación en varios eslabones se encuentran Estados Unidos que demanda legumbres deshidratadas (82,8%), vegetales en conserva (61,9%) y congelados (51,49).<sup>9</sup>

### 3.4 CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA PEPINO FRESCO

Teniendo en cuenta que el Pepino es un producto con un alto porcentaje de agua (ver tabla 2), se hace necesario analizar cómo está el agua presente en la estructura.

#### 3.4.1 El agua

El agua es el principal componente de muchos alimentos, teniendo cada alimento su propio y característico contenido de este componente. El agua en el pepino se encuentra alrededor del 97% (Tabla 2). La cantidad, localización y orientación del agua en una estructura influye en la estructura, aspecto y sabor de los alimentos y en su susceptibilidad a la alteración. La mayoría de los alimentos frescos contienen altas cantidades de agua y por tanto para su conservación deben emplearse métodos apropiados para aumentar su vida útil.

##### 3.4.1.1 Interacción Agua-soluto

- Agua ligada: Es un término muy controvertido, con innumerables significados sobre los cuales no existe consenso y desde el punto de vista conceptual es útil pensar que el agua ligada es el «agua que existe en la vecindad de solutos y otros constituyentes no acuosos. Se refiere a la tendencia general del agua a asociarse con las sustancias hidrófilas, incluyendo los materiales celulares. Supone una pequeña parte del total de

---

<sup>9</sup> Ibíd.



agua en alimentos ricos en esta. El grado y tenacidad de la unión del agua o hidratación depende de diferentes factores entre los que se incluye la naturaleza del constituyente no acuoso, la composición salina, el pH y la temperatura.

Tabla 2. Caracterización Físicoquímica

<b>Característica</b>	<b>Pepino</b>
Humedad (%)	96.8±0.3
pH	5.7±0.3
° Brix	3.4±0.5
Acidez (%)	0.05±0.02
$a_w$	0.997±0.019
$\rho_{apm}$ (kg/m <sup>3</sup> )	0.962±0.025
$\rho_{dis}$ (kg/m <sup>3</sup> )	1.012±0.001

Fuente: MARTELO C, Yisell; CORTES R, Misael and RESTREPO M, Diego. Dinámica de impregnación al vacío en apio (*Apium graveolens* L.) y pepino (*Cucumis sativus* L.).Rev.MVZ Cordoba [online]. 2011, vol.16, n.2

- Capacidad de retención: es un término que se emplea para describir la eficacia de una matriz de moléculas, normalmente macromoléculas presentes a bajas concentraciones, para atrapar físicamente grandes cantidades de agua, inhibiendo la exudación. Entre las matrices alimentarias que atrapan agua de esta manera encontramos los geles de pectina y de almidón, así como las células de los tejidos, tanto vegetales como animales.

El agua que es retenida de esta manera en los alimentos, no fluye aunque se corte o trocee. Esta agua se comporta casi como el agua pura durante el procesamiento de los alimentos; lo cual significa que se elimina fácilmente durante la desecación y se transforma rápidamente en hielo durante la congelación. La modificación de la capacidad de retención tiene un importante efecto sobre su calidad.

Las interacciones de los iones de los solutos tienen efectos adicionales que se extienden más allá de su influencia sobre la estructura del agua. Mediante sus variadas capacidades para hidratarse (competir con el agua), alterar la estructura del agua, influir en la constante dieléctrica del medio acuoso, los iones influyen profundamente en el «grado de hospitalidad» relativo a otros solutos no acuosos y a sustancias suspendidas en el medio. Así, la conformación de las proteínas y la estabilidad de los coloides dependen mucho de las clases y cantidades de iones presentes. Por otro lado la interacción del agua con iones neutros de los solutos, es más débil que la anterior.

3.4.1.2 Actividad acuosa: Como se sabe, existe una estrecha relación entre relación entre el contenido de humedad y la vida útil de los alimentos. Sin embargo, también alimentos con el mismo contenido de humedad observan diferente estabilidad en el tiempo. Esto debido a la forma e intensidad con que el agua se asocia a los diferentes componentes no acuosos, lo cual se denomina “actividad acuosa” o “actividad de agua”,  $a_w$ .

Procede rigurosamente de las leyes de equilibrio termodinámico:

$$a_w \approx p/p_0$$

$p/p_0$ : presión de vapor relativa (RVP)

Y este término está relacionado con la Humedad Relativa en equilibrio (ERH) del ambiente del producto, por tanto:

$$RVP = p/p_0 = \%ERH/100$$

Esta ecuación solo se cumple si hay equilibrio entre el producto y el ambiente o entorno.

### 3.4.2 Isotermas de sorción de humedad

Son representaciones gráficas de  $p/p_0$  versus el contenido de agua (expresado como masa de agua por unidad de masa de materia seca) a la misma temperatura constante. Esta información es muy útil en la industria de alimentos para:

- los procesos de concentración y deshidratación porque está relacionada con la facilidad o dificultad de eliminar agua,
- formular mezclas de alimentos evitando la migración de humedad entre los diversos ingredientes,
- determinar la impermeabilidad (propiedades barrera antigases) requerida en el material de envasado,
- determinar el contenido de humedad que impide el crecimiento de los microorganismos de interés, y para predecir la estabilidad química y física de los alimentos, en función del contenido de agua<sup>10</sup>.

Existen unas curvas típicas de sorción de humedad como se muestra en el gráfico 2.

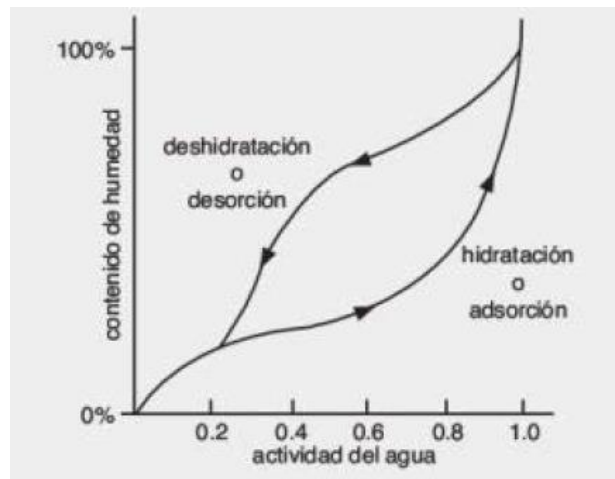
Para entender el significado y utilidad de las isotermas de sorción, conviene dividir las en zonas (Gráfico 3), a medida que se añade agua (resorción), la composición de la muestra se desplaza de la Zona I (seca) hacia la Zona III (de alta humedad), lo que supone un cambio significativo de las propiedades del agua de cada zona.

El agua presente en la Zona I de la isoterma es la más fuertemente sorbida y la menos móvil. Este agua se asocia con los grupos polares accesibles mediante interacciones agua-ion, o agua-dipolo, no congela a  $-40^{\circ}\text{C}$ , carece de capacidad

---

<sup>10</sup> Fennema, Owen R. Química de los alimentos. Segunda Edición. Editorial Acribia. 1993.

Gráfico 2. Curvas típicas de las isotermas de adsorción y desorción de los alimentos



Fuente: Badui Dergal, Salvador. Química de los alimentos.

solvente. Se comporta simplemente como parte integrante del sólido. El agua de la Zona I constituye una fracción ínfima del agua total presente en un alimento de alta humedad.

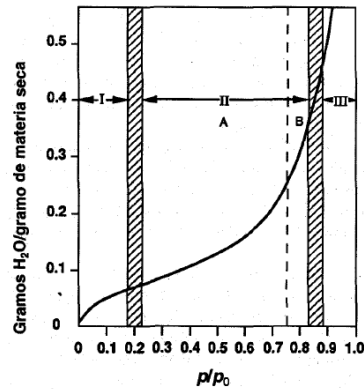
El agua agregada en la Zona II ocupa los sitios de la primera capa que aún permanecen libres. Esta agua se asocia con las moléculas de agua vecinas y las moléculas de soluto fundamentalmente (primariamente) por enlaces de hidrógeno, es ligeramente menos móvil que el agua de la fase masiva y la mayoría no congela a  $-40^{\circ}\text{C}$ .

El agua de las Zonas I y Zona II normalmente constituye menos del 5% del agua de un producto alimenticio rico en humedad.

Por otra parte el agua en la zona III provoca un descenso muy grande de la viscosidad y un gran aumento de la movilidad molecular, con el incremento correspondiente en las velocidades de muchas reacciones. Esta agua es congelable, tiene capacidad solvente y es fácilmente agua y hielo utilizable por los

microorganismos para su actividad biológica, crecimiento y multiplicación. Se denomina agua masiva y en geles o sistemas celulares, el agua de la fase masiva está físicamente atrapada de forma que se impide el goteo o exudación. En todos los restantes aspectos, esta agua tiene propiedades similares a las del agua de una solución salina diluida.

Gráfico 3. Zonas de las isotermas de Sorción



Fuente: Fennema, Owen R. Química de los alimentos, editado por el autor.

El agua de la fase masiva de la Zona III, tanto atrapada como libre, normalmente constituye más del 95% del agua total de los alimentos ricos en humedad.

### 3.5 FACTORES DE CONSERVACIÓN

En el caso del pepino cohombro, al ser un producto con una humedad del 96,8% y un  $a_w$  de 0,997 (Tabla 2), es un producto que se encuentra en la zona III y su agua se encuentra atrapada en los sistemas celulares.<sup>11</sup>

Para este contenido de humedad y  $a_w$ , el producto es susceptible a una gran cantidad de bacterias, mohos, levaduras y actividad enzimática. Según podemos observar en la tabla 3, en la medida que disminuimos la  $a_w$  a valores cercanos a

<sup>11</sup> Ibíd.

0,95, estaríamos inhibiendo el crecimiento de *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Proteus*, *Shigella*, *Klebsiella*, *Bacillus*, *Clostridium perfringens* y algunas levaduras.

Tabla 3. Presión de vapor relativa y alteración de los alimentos

Presión de vapor relativa y crecimiento microbiano en los alimentos.

Intervalo de $p/p_0$	Microorganismos generalmente inhibidos en el mínimo $p/p_0$ del intervalo	Alimentos comprendidos en el intervalo
1,00-0,95	<i>Pseudomonas</i> , <i>Escherichia</i> , <i>Proteus</i> , <i>Shigella</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Clostridium perfringens</i> , algunas levaduras	Alimentos altamente perecederos (frescos) y frutas, hortalizas, carne, pescado enlatados y leche; salchichas cocidas y pan de molde; alimentos hasta con aproximadamente el 40% (en peso) de sacarosa o 7% de cloruro sódico
0,95-0,91	<i>Salmonella</i> , <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , <i>C. botulinum</i> , <i>Serratia</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Pediococcus</i> , algunos mohos, levaduras ( <i>Rhodotorula</i> , <i>Pichia</i> )	Algunos quesos (Manchego, Cheddar, Suizo, Muenster, Provolone), carne curada (jamón), algunos zumos de frutas concentrados; alimentos que contienen hasta el 55% (en peso) de sacarosa o el 12% de cloruro sódico
0,91-0,87	Muchas levaduras ( <i>Candida</i> , <i>Torulopsis</i> , <i>Hansenula</i> ), <i>Micrococcus</i>	Embutidos fermentados (salami), pastas esponjosas, quesos secos, margarina; alimentos que contienen hasta el 65% de sacarosa (saturados) o 15% de cloruro sódico
0,87-0,80	La mayoría de los mohos (penicilios micotoxigénicos), <i>Staphylococcus aureus</i> , mayoría <i>Saccharomyces (bailii) spp.</i> , <i>Debaryomyces</i>	La mayoría de los zumos de frutas concentrados, leche condensada, jarabe de chocolate, jarabe de arce y de frutas; harina, arroz, legumbres hasta con el 15-17% de humedad; tarta o pastel de fruta; jamón «country style»
0,80-0,75	La mayoría de las bacterias halófilas, aspergilos micotoxigénicos	Mermelada, jalea, mazapán, frutas glaseadas, algunas mieles
0,75-0,65	Mohos xerófilos ( <i>Aspergillus chevalieri</i> , <i>A. candidus</i> , <i>Wallemia sebi</i> ), <i>Saccharomyces bisporus</i>	Avena con alrededor del 10% de agua; turrone, dulces de azúcar, miel, gelatina, melazas, azúcar de caña sin refinar, algunas frutas desecadas, nueces
0,65-0,60	Levaduras osmófilas, ( <i>Saccharomyces rouxii</i> ), algunos mohos ( <i>Aspergillus equimulatus</i> , <i>Monascus bisporus</i> )	Frutas desecadas con el 15-20% de humedad; algunos caramelos
0,50	No hay proliferación microbiana	Pasta con aproximadamente el 12% de humedad; especias conteniendo aproximadamente el 10% de humedad
0,40	No hay proliferación microbiana	Huevos enteros en polvo con aproximadamente el 5% de humedad
0,30	No hay proliferación microbiana	Bizcochos, galletas, corteza de pan, palitos, etc., con el 3-5% de humedad
0,20	No hay proliferación microbiana	Leche entera en polvo con el 2-3% de humedad; hortalizas desecadas con aproximadamente el 5% de humedad; palomitas de maíz con aproximadamente el 5% de humedad; bizcocho «country style»

Fuente: De la Ref. 6.

Específicamente, el producto, pepino cohombro conservado en una solución de sacarosa al 20% con adición de ácido acético al 5%, se espera disminuya la  $a_w$  a 0,95, debido a la interacción del soluto (sacarosa) con el agua masiva, y por la combinación de otros métodos combinados que actúan como barrera para controlar el crecimiento de microorganismos como *Rhizopus stolonifer*, bacterias como la *Erwinia carotovora* y especies emparentadas, que fermentan las pectinas. Se han aislado también la *Pseudomonas marginalis* y especies de los géneros Bacillus y Clostridium, así como mohos, debida a la especie *Penicillium digitatum* y otros mohos de la pertenecientes al género Botrytis, por ejemplo *B. cinérea*. Una vez el producto es procesado, en este caso con la disminución del pH por debajo de 4,5 es indicada la pasteurización y estaríamos inhibiendo las levaduras formadoras de película pertenecientes a los géneros *Pichia*, *Hansenula*, *Debaryomyces*, *Candida*, y *Trichosporon*<sup>12</sup>.

Debemos considerar, que las hortalizas en encurtido la resolución 2155 de 2012<sup>13</sup> las define como: “Se entiende por hortalizas encurtidas el producto que cumpla una, varias o todas de las siguientes condiciones: a) Preparado con frutas y/o hortalizas comestibles, sanas y limpias, con o sin semillas, especias, hierbas aromáticas y/o condimentos (aderezos); b) Curado, elaborado o tratado para obtener un producto ácido o acidificado, conservado por medio de una fermentación natural o mediante acidulantes y dependiendo del tipo de encurtido, con ingredientes apropiados para asegurar la calidad y conservación del mismo; c) Tratado de manera apropiada, antes o después de haber sido cerrado herméticamente en un envase para asegurar la calidad e inocuidad del producto y evitar su deterioro; d) Envasado con o sin un medio de cobertura líquido apropiado (aceite, salmuera o un medio ácido como el vinagre), con ingredientes adecuados

---

<sup>12</sup> Frazier, C.W. Westhoff D. C. Microbiología de los alimentos. Cuarta Edición. Editorial Acribia. 1993. ISBN 84-2004734-X

<sup>13</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE LA SALUD Y DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 2155 DE 2012 (8, Agosto, 2012). por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir las hortalizas que se procesen, empaquen, transporten, importen y comercialicen en el territorio nacional. Bogotá: El Ministerio, 2012. 11 p.

al tipo y variedad del producto encurtido para asegurar un equilibrio de pH no inferior a 4,6”.

El ácido acético y el calor se consideran como los principales factores para aumentar la seguridad microbiana de productos encurtidos, siempre y cuando el ácido acético (o ingredientes ácidos) se añadan de manera que el pH se mantenga por debajo de 4.6 según lo determina el Código de Regulaciones Federal (21 CFR Parte 114). Y además esta regulación determina que se debe incluir un tratamiento térmico en el proceso, de ser necesario, para prevenir el desarrollo de microorganismos patógenos. Estas normas se diseñaron para controlar el desarrollo y producción de la toxina por *Clostridium botulinum*.

### 3.5.1 Ácido acético

La acción del ácido acético se basa esencialmente en disminuir el valor de pH del producto a conservar. Sólo por encima de una concentración de 0.5% de ácido acético puede ejercerse una acción antimicrobiana por penetrar en la pared celular y desnaturalizar la proteína del plasma celular. El efecto antimicrobiano del ácido acético es 10 a 100 veces más poderoso que los otros ácidos debido a que el ácido acético lipofílico no disociado penetra más rápidamente en el interior de la célula.

El ácido acético es generalmente más efectivo contra levaduras y bacteria que contra hongos, otros estudios muestran que el ácido acético tiende a ser más efectivo contra las películas formadas por levaduras y hongos que contra bacterias. El desarrollo se inhibe completamente en presencia de 3.5 a 4% de ácido acético. Debido a que el ácido acético no tiene en general una acción fuerte como conservador, con frecuencia se combina con métodos físicos de



preservación como la pasteurización, o con sal y/o conservantes más poderosos como el ácido sórbico o ácido benzoico.<sup>14</sup>

### 3.5.2 Tratamiento térmico - Pasteurización

Como decíamos anteriormente, el ácido acético requiere de otros métodos de barrera para asegurar la calidad del producto y su seguridad, el tratamiento térmico es altamente efectivo para eliminar microorganismos y el calor se aplica frecuentemente en combinación con otros métodos de conservación.

Generalmente, en presencia de conservadores, los valores de temperatura/tiempo requeridos para eliminar microorganismos son menores que en ausencia de conservadores. En este caso se potenciará además con la adición de un sorbato de potasio. Por esto podemos disminuir esta relación temperatura/tiempo, ya que el pepino en encurtido como los demás encurtidos son sensibles calor y los indicadores de calidad como color y textura generalmente se degradan.

Se propone iniciar las pruebas con una pasteurización de 73,9 °C a 15 minutos como lo recomiendan algunos autores y realizar pruebas de calidad (Textura-color) vs estabilidad microbiana.

### 3.5.3 Sorbato de Potasio

El ácido sórbico, lo mismo que sus sales cálcica, sódica y potásica, se emplean directamente en los alimentos como aditivos antimicrobianos. Se utiliza mucho como conservador en los encurtidos. El ácido sórbico y sus sales inhiben a las levaduras y a los mohos, aunque son menos eficaces frente a las bacterias. Son más eficaces a valores bajos de pH.

---

<sup>14</sup> Sun-Young, Lee. Op. Cit.

### 3.5.4 Combinación de tecnologías de barreras empleadas

Cuando se combinan varios factores de conservación, la intensidad necesaria del tratamiento correspondiente a cada uno de ellos suele ser menor que la que se necesita cuando se utilizan por separado.

La adición de un 5% de ácido acético de concentración 11%, para algunos autores garantiza la disminución del pH entre 3,2 a 3,2<sup>15</sup>, otros sugieren que se llega a un pH entre 4,0 y 4.3<sup>16</sup>. Con este pH y el tratamiento térmico a que es sometido (Pasteurización 73,9°C – 15 minutos), y la adición de sorbato de potasio al 0,06 % se estima que la vida útil será de 6 meses.

Ya en la puesta en desarrollo del proyecto se estimará la vida útil real debido a que ella depende de muchos factores como la calidad de la materia prima a emplear.

Como manera de comprobar estos valores teóricos, se realizó análisis a un producto comercial “Pepino Agridulce – Casa Vittoriana”, el cual reportó los siguientes valores de pH y  $a_w$ . (Tabla 4)

Tabla 4. Valores pH y  $a_w$  producto comercial

PARÁMETRO	VALOR
$a_w$ a 24 °C	0.955
$a_w$ a 24,4 °C	0.948
$a_w$ a 24,5 °C	0.956
pH directo	4.26
pH solución 1:1 a 20°C	4.09

<sup>15</sup> Wageningen University.. Food-info. Since 1999. [En línea]. Países Bajos. [Citado el 31 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://www.food-info.net/es/qa/qa-fp65.htm>.

<sup>16</sup> Sun-Young, Lee. Seguridad Microbiana de Encurtidos de frutas y vegetales y la tecnología de Barreras. [En línea]. En: Mundo Alimentario. Marzo/Abril 2012. P. 20-27. [Citado el 31 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://alimentos.web.unq.edu.ar/wp-content/uploads/sites/57/2016/03/Encurtidos.pdf>

Ya en la puesta en desarrollo del proyecto se estimará la vida útil real debido a que ella depende de muchos factores como la calidad de la materia prima a emplear.

## 4. METODOLOGÍA

Se propone para la conservación, la elaboración de Pepino cohombro agridulce, el cual comúnmente se denomina “Pepino encurtido”.

### 4.1 DESCRIPCIÓN DE PRODUCTO

Producto obtenido a partir de pepino cohombro en rodajas, procesado en un medio de cobertura de ácido acético y sacarosa. pH: máximo 4.0, °Brix: 20-24

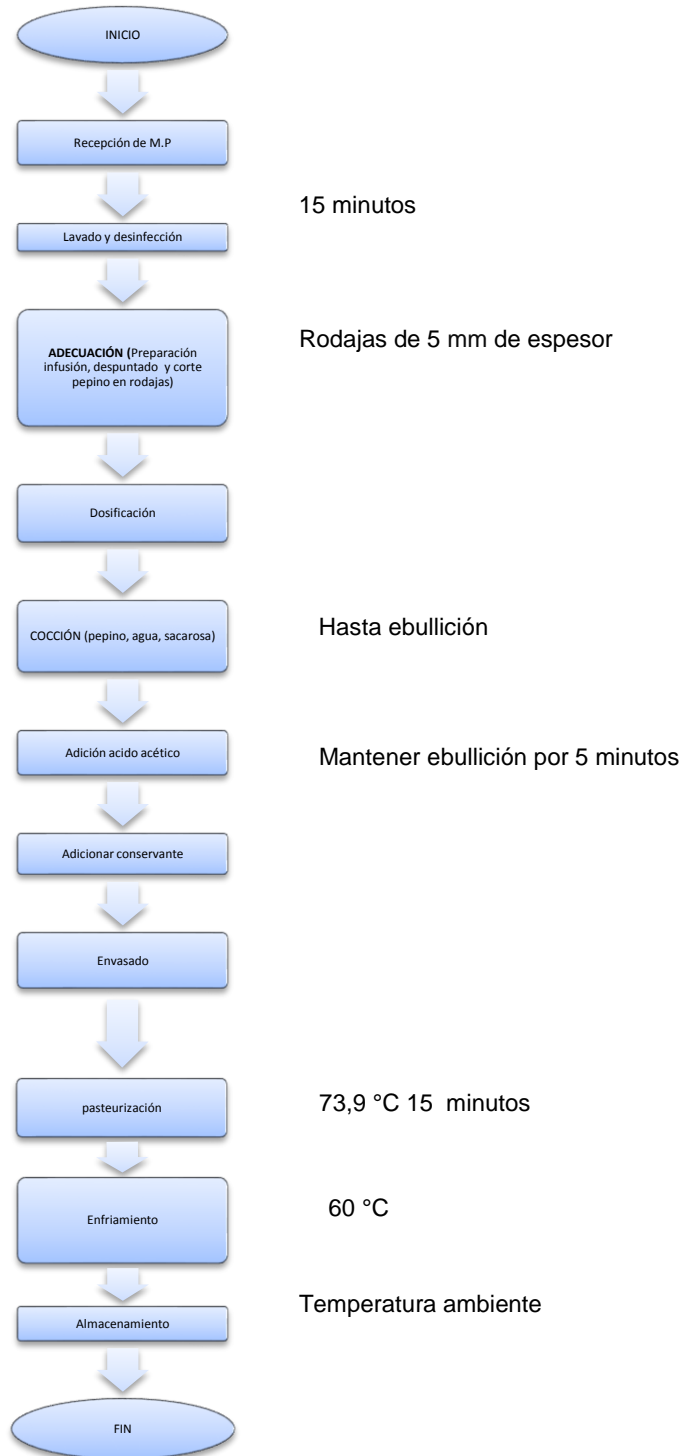
### 4.2 FORMULACIÓN

Tabla 5. Formulación pepinos agridulces

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>%</b>
Agua	15.00
Azúcar	20.00
Canela (especie)	1.00
Clavos de olor (especie)	0.94
Pepino en rodajas	58.00
Sorbato de potasio (conservante)	0.06
Ácido acético al 11%	5.00

### 4.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Gráfico 4. Diagrama de flujo elaboración de pepino encurtido



## 5. RESULTADOS

En la investigación realizada, se encontró que el pepino cohombro posee un contenido de humedad de alrededor del 97% y la actividad de agua teórica se encuentra alrededor de 0,997.

Posee una alta capacidad de retención, las células de su tejido atrapan grandes cantidades de agua, denominada agua masiva, lo que se evidencia en procesos como el corte donde el agua no fluye libremente y si sometiéramos el producto a desecación o a condiciones de baja humedad relativa, donde el agua se eliminaría fácilmente o se congelaría sometida a bajas temperaturas y cambiaría drásticamente la calidad del producto.

Si tomamos el contenido de agua y la actividad acuosa, es un producto que se encuentra en la zona III y su agua se encuentra atrapada en los sistemas celulares. En esta zona existe un aumento de la movilidad molecular, con el incremento correspondiente en las velocidades de muchas reacciones.

El producto, pepino cohombro conservado en una solución de sacarosa con adición de ácido acético, se espera disminuya la  $a_w$ , no se encontraron valores teóricos para el producto propuesto, por lo tanto queda pendiente realizar estas determinaciones en la ejecución del proyecto.

Al combinar varios métodos barrera como la temperatura, el descenso del pH y adición de conservante, se espera controlar el crecimiento de microorganismos.

Para este contenido de humedad y  $a_w$ , el producto es susceptible a una gran cantidad de bacterias, mohos, levaduras y actividad enzimática, con estos métodos combinados de conservación estaríamos inhibiendo el crecimiento de

*Pseudomonas, Escherichia, Proteus, Shigella, Klebsiella, Bacillus, Clostridium perfringens* mohos y algunas levaduras.

## 6. CONCLUSIONES

- El estudio y comprensión de las características físicas de un producto son de vital importancia para el desarrollo de un producto con valor agregado.
- El contenido de humedad de un producto en conjunción con la actividad acuosa y la forma en como el agua está dispuesta en la estructura del alimento, determinan la duración de un alimento y los factores de deterioro a los que está expuesto.
- La elección del método de conservación adecuado debe basarse en la sumatoria de los siguientes factores: seguridad, calidad y vida útil esperada.
- Al prolongar la vida útil de un producto, se permite mayores tiempos de comercialización, penetración en nuevos mercados y facilidades en los procesos de exportación.
- Con el desarrollo de este trabajo, se dan las bases para la puesta en marcha de la propuesta de desarrollo del producto, con sus consecuentes ensayos de concentraciones soluto y acidificante, hasta llegar al mejoramiento de una fórmula que conlleve mejores propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas de producto final y estable en el tiempo.



## 7. BIBLIOGRAFÍA

Aristizábal de B, Nohelia. Preparemos encurtidos en Vinagre. Servicio Nacional de Aprendizaje. [En línea]. 1986 SENA. [Citado Septiembre 24 de 2016].

Disponible en:

[repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/427/1/vol25\\_encurtidos\\_vinagre.pdf](http://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/427/1/vol25_encurtidos_vinagre.pdf).

Badui Dergal, Salvador. Química de los alimentos. Cuarta edición. PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006. ISBN: 970-26-0670-5

Banco de México. Estimación de las exportaciones agroalimentarias a nivel de entidad federativa. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. [En línea]. 2013. [Citado 24 de septiembre de 2016]. Disponible en: [http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Estima\\_Exp\\_Edo.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Estima_Exp_Edo.pdf)

Barraza-Álvarez, Fernando Vicente. Calidad morfológica y fisiológica de pepinos cultivados en diferentes concentraciones nutrimentales. *rev.colomb.cienc.hortic.* [En línea]. 2015, vol.9, n.1, pp.60-71. [citado 25 de septiembre de 2016]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2015v9i1.3746>. ISSN 2011-2173.

Bosquez Molina, Elsa. Procesamiento térmico de frutas y hortalizas. 2ª ed. México, Trillas, 2012. 239 p. ISBN: 978-607-12-1079-6.

Caicedo, L. Horticultura. Sexta edición. Facultad de Ciencias Agropecuarias. [En línea]. 1993. Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia. pp. 473-474.

Casilimas, Héctor, et al; Manual de producción de pepino bajo invernadero [En línea] Primera edición. Bogotá, Universidad Jorge Tadeo Lozano. 2012. [citado 3 de octubre de 2016]. 208 p. Disponible en [http://avalon.utadeo.edu.co/servicios/ebooks/manual\\_pepino/index.html#5/z](http://avalon.utadeo.edu.co/servicios/ebooks/manual_pepino/index.html#5/z). ISBN 978-958-725-098-5.

COLOMBIA. MINISTERIO DE LA SALUD Y DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 2155 DE 2012 (2, Agosto, 2012). por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir las hortalizas que se procesen, empaquen, transporten, importen y comercialicen en el territorio Nacional. Bogotá: El Ministerio, 2012. 11 p.

COLOMBIA. SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO. Estudios de Mercado. Cadena productiva de las hortalizas en Colombia: diagnóstico de libre competencia (2009-2011) [En línea]. Bogotá. 2012. [citado 2 de Octubre de 2016]. Disponible en: [http://www.sic.gov.co/drupal/masive/datos/estudios%20economicos/Documentos%](http://www.sic.gov.co/drupal/masive/datos/estudios%20economicos/Documentos%20de%20mercado/Estudios%20de%20mercado%20de%20libre%20competencia%20(2009-2011).pdf)

20%20elaborados%20por%20la%20Delegatura%20de%20Protecci%C3%B3n%20de%20la%20Competencia/2011/Hortalizas2012.pdf.

CODEX ALIMENTARIUS. Norma del CODEX para pepinos encurtidos (encurtido de pepinos) CODEX STAN 115-1981. 1981. 9 P. [En línea]. [Citado el 31 de octubre de 2016]. Disponible en: [www.fao.org/input/download/standards/251/CXS\\_115s.pdf](http://www.fao.org/input/download/standards/251/CXS_115s.pdf)

EROSKI CONSUMER. Hortalizas y Verduras. Guía práctica de verduras: Pepino. [En línea]. [Citado Septiembre 26 de 2016]. Disponible en: <http://verduras.consumer.es/pepino/introduccion>.

Fennema, Owen R. Química de los alimentos. Segunda Edición. Editorial Acribia. 1993.

Frazier, C.W. Westhoff D. C. Microbiología de los alimentos. Cuarta Edición. Editorial Acribia. 701 p. ISBN 84-2004734-X.

Gallo Pérez, Fernando. Manual de fisiología, patología post-cosecha y control de calidad de frutas y hortalizas. Armenia: SENA NRI, 1996. 800 p.

Guía técnica del cultivo del pepino. [En línea]. [Citado 20 de Septiembre de 2016]. Disponible en: <http://www.bio-nica.info/biblioteca/pepino%20guia%20tecnica.pdf>.

Jaime-Green, M., Lucero-Flores, J.M, Sánchez Verdugo, C. Inteligencia de mercado de pepino. [En línea]. Edit. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México. 85 p. [citado 20 de septiembre de 2106]. 2012. Disponible en: <http://intranet.cibnor.mx/personal/bmurillo/docs/inteligencia-mercado-pepino.pdf>.

Martelo C, Yisell; Cortes R, Misael y Restrepo M, Diego. Dinámica de impregnación al vacío en apio (*Apium graveolens* L.) y pepino (*Cucumis sativus* L.). [En línea], vol.16, n.2 [citado 26 de septiembre de 2016]. 2011. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S012202682011000200017&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012202682011000200017&lng=en&nrm=iso). ISSN 0122-0268

Medina C., María Alejandra. Cómo Colombia desperdicia la comida. Mayor pérdida en cosecha y Poscosecha. [En Línea].El Espectador. Bogotá D.C. 28, Marzo, 2016. Sec 3. [Citado 10 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://www.elespectador.com/noticias/economia/colombia-desperdicia-comida-articulo-624309>.

Mendoza Martínez, Eduardo. Bromatología: composición y propiedades de los alimentos. México: McGraw-Hill Interamericana Editores, 2010. 310 p. ISBN: 978-607-15-0379-4.

Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Guía Ambiental hortofrutícola de Colombia. [En línea]. Bogotá. 2009. [citado 25 de septiembre de 2016]. 141 p. Disponible en: [http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca\\_30\\_guiaambiental.pdf](http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_30_guiaambiental.pdf)

PLAN DE DESARROLLO DEPARTAMENTAL RISARALDA. 2016-2019. Equipo de Gobierno.

PROGRAMA DE GOBIERNO. Juan Pablo Gallo Maya – Alcaldía de Pereira 2016-2019. “Pereira...Plan de Todos”

Salunkhe, D.K y Kadam S.S. Tratado de ciencia y tecnología de las hortalizas. Producción, composición, almacenamiento y procesado. Zaragoza, España: Editorial Acribia, 2004. 739 p. ISBN: 84-200-1018-9

Sun-Young, Lee. Seguridad Microbiana de Encurtidos de frutas y vegetales y la tecnología de Barreras. [En línea]. En: Mundo Alimentario. Marzo/Abril 2012. P. 20-27. [Citado el 31 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://alimentos.web.unq.edu.ar/wp-content/uploads/sites/57/2016/03/Encurtidos.pdf>

Thompson, A.K. Tecnología post-cosecha de frutas y hortalizas. Armenia, Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje, Editorial Kinesis. 1988. 268 p. ISBN: 958-9401-16-3

Wageningen University.. Food-info. Since 1999. [En línea]. Países Bajos. [Citado el 31 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://www.food-info.net/es/qa/qa-fp65.htm>.