

# MONOGRAFÍA

## **Efecto de la Sacarosa y Glucosa en Concentraciones Hipertónicas Durante la Deshidratación Osmótica del Pepino Dulce (*Solanum Muricatum*).**

¿Hasta qué punto la glucosa y sacarosa en concentraciones hipertónicas de 50° y 70° Brix inciden en el proceso de deshidratación osmótica del pepino dulce (*Solanum Muricatum*)?

Biología NM

Convocatoria mayo 2020

Numero de palabras: 3700

## Índice

Introducción .....	1
Capítulo I: Marco Teórico.....	4
Pepino dulce ( <i>Solanum muricatum</i> ) .....	4
Sacarosa .....	4
Glucosa .....	4
Capitulo II: Metodología .....	6
2.1 Materiales .....	6
2.2 Variables.....	7
2.3 Procedimiento:.....	8
2.3.1 Selección.....	8
2.3.2 Preparación de la muestra.....	8
2.3.3 Preparación del jarabe.....	8
2.3.4 Análisis fisicoquímico de la fruta .....	10
2.4 Método cuantitativo .....	10
2.5 Método cualitativo .....	11
Capitulo III- Procesamiento de Datos .....	12
Pérdida de Peso.....	12
Disolución de 70°Brix: .....	12

Disolución de 50° Brix .....	15
Ganancia de Sólidos .....	19
Disolución de 70° Brix .....	19
Disolución de 50° Brix .....	21
Prueba de Aceptabilidad.....	23
Parámetro: sabor .....	23
Parámetro: textura.....	24
Discusión y Análisis.....	25
Conclusión.....	29
Bibliografía .....	32
Apéndices .....	34

## Introducción

Ecuador, país latinoamericano que gracias a su plétórica biodiversidad y riqueza hortofrutícola, ciertamente “(...) ha mostrado un incremento en su exportación, tributando el 16% al PIB agrícola del país” Miranda *et al.* (2018), aunque claro, esto no ha sido suficiente para subsanar el subdesarrollo nacional, y en parte es debido a que la exportación de los productos ecuatorianos continúan siendo frescos, es decir que, es materia prima la cual fuera de su valor estándar, no tiene valor adicional alguno, y así pasa después a ser entregada a países industrializados; en virtud de ello, se convierte en objetivo sustancial el desarrollar técnicas que posibiliten aumentar la demanda de productos nacionales procesados, todo y mediante la indagación de nuevos métodos que ayuden a preservar los alimentos; por ello propondré soluciones a favor del bien común dentro de esta problemática. Razón primordial de este trabajo, puesto que con la práctica idónea en laboratorio y extensa gama de información, propondré la siguiente investigación:

“This process can be used for a variety of fruits and vegetables. The benefit of this process is that it retains the original characteristics of fruits and vegetables and consumes less energy” Muhammad *et al.* (2016)

Además “los nutricionistas señalan que existe la necesidad de aumentar el consumo de fruta mínimamente procesada” Coloma *et al.* (2017), esto porque las frutas y verduras son productos perecederos y las pérdidas posteriores a la cosecha son muy altas, es por ello que la deshidratación osmótica, es una técnica adecuada para prolongar de vida útil de los alimentos , ya que en este procedimiento se eliminara una cantidad determinada de agua mediante la sumersión de su tejido en una solución hipertónica con alta concentración de solutos, sin

modificar o alterar las características organolépticas <sup>1</sup> del producto, esto a su vez es de suma importancia pues al expeler líquido de la fruta, se reducirá la posibilidad de que se proliferen hongos y microorganismos; ofreciendo así productos de calidad.

Se han realizado diferentes investigaciones con respecto al proceso de la DO, bien sea analizándolo solo como pre tratamiento o aplicándolo en conjunto con otros procesos complementarios<sup>2</sup>, también se ha investigado en función a diversas variables, como la influencia de la temperatura, concentración del soluto, tiempo de inmersión o tipo del soluto.

Acevedo *et al.* (2014) en un artículo publicado en la Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, analizaron el efecto de emplear variables de temperatura a 26 y 50° y disoluciones de sacarosa en concentraciones de 30,40 y 60 °Brix, para calcular los parámetros cinéticos de: pérdida de peso, agua y ganancia de sólidos; llegaron así a concluir que la incidencia en los resultados es mayor siempre y cuando la concentración y temperatura sea alta.

Carvajal *et al.* (2001) por otro lado, mezclaron NaCl, CaCl, glucosa, glicerol y etilenglicol en disoluciones de sacarosa de 50 °Brix, con el objetivo de determinar que producto osmodeshidratante tenía mayor incidencia en la pérdida de peso y caída de pH; llegaron a conseguir resultados más significativos con el NaCl y CaCl, sin embargo, su principal limitación radica en que obtuvieron resultados negativos en cuanto a lo que características organolépticas refiere.

Tomando en cuenta estos antecedentes centrare mi investigación en analizar cuál es la incidencia de emplear los solutos de sacarosa y glucosa en el proceso de deshidratación del

---

<sup>1</sup> Hace referencia al olor, color, textura y sabor propios de la fruta.

<sup>2</sup> Como la liofilización, refrigeración, congelación, secado al aire caliente y entre otros.

*Solanum muricatum*. Dicho esto la importancia de este trabajo recae en demostrar si mi hipótesis sobre estos solutos en función a la pérdida de peso y ganancia de sólidos de *Solanum muricatum* es verdadera; logrando así brindar transcendencia y propósito a este trabajo.

### Objetivo

1. Analizar como la glucosa y sacarosa, en concentraciones 50 ° y 70° Brix, influyen en el resultado de los parámetros cinéticos de: pérdida de peso y ganancia de sólidos.
2. Lograr obtener un producto final con buena aceptación para el consumidor.

Donde se formula la siguiente interrogante: ¿Hasta qué punto la glucosa y sacarosa en concentraciones hipertónicas de 50° y 70° Brix inciden en el proceso de deshidratación osmótica del pepino dulce (*Solanum Muricatum*)?

### Hipótesis:

- Entre mayor sea la concentración de solutos, mayor será la tasa de pérdida de peso de *Solanum Muricatum*.
- Entre menor sea el peso molecular del soluto, se obtendrán más ganancias de sólidos en *Solanum Muricatum*.

## Capítulo I: Marco Teórico

### Pepino dulce (*Solanum muricatum*)

El pepino dulce perteneciente a la familia de las solanáceas, un fruto con origen de hace miles de años, se desarrolla especialmente en climas subtropicales andinos, según mencionan los autores Viñals *et al.* (1996) su producción se da en los países como Ecuador, Chile, Perú, Nueva Zelanda y Australia.

Es una baya de sabor agradable, dulce y refrescante que se caracteriza por poseer una consistencia muy jugosa ya que su pulpa posee altas concentraciones de agua, en un porcentaje oscilado en el 90 %; tiene un “29 mg por 100 g” (Geilfus, 1994) de contenido de vitamina C, lo cual es un valor considerable y tiene un porcentaje mínimo de calorías 250 kcal/kg, su contenido de nitrógeno es bajo y su proporción en proteínas y minerales no es nutricionalmente relevante

### Sacarosa

La sacarosa o comúnmente conocida como azúcar de mesa, es un soluto disacárido proviente de la caña y de la remolacha, esta conformado por dos edulcorantes monosacáridos la fructosa y la glucosa, las cuales se encuentran “unidas mediante un enlace glicosídico entre sus dos carbonos anoméricos” Berg *et al.* (2007). Su fórmula es  $C_{12}H_{22}O_{11}$  y su peso molecular es de 342g/mol; se caracteriza por ser soluble en agua y por ser un soluto no iónico y no volátil (Daub & Seese, 1996, pág. 386), es decir que no se evapora. Aunque el exceso de consumo de la sacarosa es perjudicial para salud del ser humano es considerada como una de las sustancias más consumidas y utilizadas.

### Glucosa

La glucosa es una azúcar simple cuya fórmula es  $C_6H_{12}O_6$  y con un peso atómico correspondiente a 180,156 g/mol, su estructura está comprendida por “un grupo carbonilo

(=C=O) y múltiples grupos hidroxilo (-OH)” (Campbell & Reece, 2007). Es uno de los monosacáridos más abundantes e importantes que existen, pues su importancia se basa en que es el combustible energético de los seres vivos, tanto así que según afirma Linstromberg (1977) “forma parte en un 0,08-0,1% del contenido sanguíneo de todos los mamíferos normales” (pág. 372). Además, a raíz de su esqueleto de carbono es que se pueden sintetizar moléculas orgánicas tal como los ácidos grasos y aminoácidos. (Campbell & Reece, 2007, pág. 70), la glucosa también tiene las características de ser soluble en agua, dulce y cristalina.



## Capítulo II: Metodología

### 2.1 Materiales

- 12 vasos de precipitación de 200 ml
- balanza analítica ( $\pm 0,1$ g)
- Refractómetro (0,5 % de resolución)
- Termómetro de mercurio (0,02 °C)
- Tabla de picar
- 1 varilla de agitación
- 1 cuchillo

Fases estacionarias o Muestras;

- 7 pepinos dulces
- 0,4 ml de limón

Fases móviles o eluyentes:

- Agua
- 0,5 ml de agua destilada

Solutos:

- Sacarosa
- Glucosa

## 2.2 Variables

Tabla 1 Variables de experimentación

Independientes		Dependientes		Controladas	
Concentración en las disoluciones	50 y 70 °Brix	Perdida de peso de la fruta	g	Periodica revision del tiempo de inmersión de la fruta en las soluciones	Intervalos de 1 hora.
Diferentes tipos de solutos	Sacarosa Glucosa	Ganancia de solidos de la fruta	°Brix		

Elaborado por: Karen Ponce

Tabla 2 Variables de experimentación

Confusas	Constantes	
Humedad ambiental	Un solo tipo de fruta durante todo el proceso.	<i>solanum muricatum</i>
Pardeamiento enzimático de la pulpa de la fruta.	Temperatura ambiental ( $\pm 1^{\circ}\text{C}$ )	25
	Tiempo total de inmersión de la fruta en ambas soluciones hipertónicas	4 horas

Elaborado por: Karen Ponce

## **2.3 Procedimiento:**

### **2.3.1 Selección**

Los pepinos dulces fueron adquiridos en el mercado de Calderón (Quito-Ecuador), se seleccionaron aquellos con apariencia fresca, libres de daños ocasionados por aplastaduras y amoratados, considerando también que no esten demasiadas maduros, pues caso contrario tomaran incidencia en el proceso osmotico. Despues se procedio a lavarla y a cortar su corteza.

### **2.3.2 Preparación de la muestra.**

Una vez lavada la fruta se procedió a trocerala en varios pedazos de 5x5 cm, todos con un peso común de 10 g ( $\pm 0,1$ g).

A toda la fruta troceada se le virtio 0,4 ml de zumo de limón, lo que equivale a 8 gotas, como es natural el limón contiene acido ascorbico, propiedad antioxidante, que erradica la oxidación de la pulpa pues esta una vez expuesta al aire corre el riesgo de la activación de la enzima polifenoloxidasas, causante del pardeamiento enzimático<sup>3</sup>.

### **2.3.3 Preparación del jarabe**

Para cada uno de los tres ensayos realizados se han seguido los siguientes pasos:

- **Para la primera concentración de 70 °Brix en sacarosa y glucosa.**

---

<sup>3</sup> Reaccion enzimatica que provoca el obscurecimiento de la pulpa.

-Primero se debe tener claro que 70 °Brix significa que la solución tiene 70 g de soluto por 100 g de líquido, o dicho de otro modo existen 70 g soluto en 30 g de agua.

1. Calentar 30 g de agua hasta alcanzar una temperatura de 50 °C
  - Para establecer la temperatura se utilizo el termometro de mercurio (0,02 °C)
2. Preparar un almibar, adicionando 70 g de soluto, y mover continuamente hasta que la disolucion se encuentre totalmente homogenea y haya alcanzando una temperatura de 85 °C.
3. Dejar enfriar por 20 minutos hasta que se encuentre en temperatura ambiente.
  - Se realizo este paso para impedir que la alta temperatura incida en el proceso osmotico.
4. Agregar el almibar a los vaso de precipitación y agregar tres cubos de fruta a cada vaso.
5. Extraer la fruta de la fruta cada hora así durante cuatro horas.

➤ **Para la segunda concentración de 50 °Brix; en la sacarosa y glucosa**

Significa que la solución tendra 50 g de soluto por 100 g de líquido, es decir que existen 50 g soluto en 50 g de agua.

6. Calentar 50 g de agua hasta alcanzar un temperatura de 50 °C.
7. Preparar almibar añadiendo 50 g de soluto, y mover continuamente hasta que el jarabe se encuentre homoganeo y haya alcanzando una temperatura de 85 °C.
8. Dejar enfriar por 20 minutos.
9. Agregar el almibar a lo vasod de precipitación y agregar tres cubo de fruta a cada uno.
10. Extraer la fruta de la fruta cada hora así durante cuatro horas.

### 2.3.4 Análisis fisicoquímico de la fruta

Para la determinación de solidos solubles del *Solanum muricatum*, o lo que quiere decir, el contenido de azucar, se empleó el método de refracción, mediante un refractómetro calibrado:

1. Regular el refractómetro a cero vertiendo 0,5 ml de agua destilada en la luna del aparato.
2. Tomar un cubo de fruta 5x5cm, aplastarlo y aplicar 0,2 ml (4 gotas) de su jugo en la luna del refractómetro. Los resultados fueron expresados en grados Brix.

Para determinar un peso exacto en todas las muestras, antes y después del tratamiento, se siguió el método gravimétrico con ayuda de una balanza digital.

Tabla 3 valor inicial de °Brix y peso de *solanum muricatum*

Determinación	Valor
Grados Brix / 0,5 % de resolución	9°
Peso /±0,1g	10 gr

Elaborado por: Karen Ponce

### 2.4 Método cuantitativo

La pérdida de peso (WR) y ganancia de solutos (SG), se lo representara mediante porcentajes; empleando para ello las ecuaciones de Agnelli *et al.* (2005).

$$WR = \frac{(M_o - M_t)}{M_o} \times 100$$

$$SG = \frac{(^{\circ}Brix_f - ^{\circ}Brix_i)}{^{\circ}Brix_i} \times 100$$

Donde:

$M_o$  = Peso inicial de la fruta

$M_t$  = Peso final de la fruta

$^{\circ}Brix_i$  = Sólidos solubles iniciales

$^{\circ}Brix_f$  = Sólidos solubles finales

## 2.5 Método cualitativo

Para analizar la aceptabilidad final del producto se empleará el método de la escala hedónica,<sup>4</sup> esto nos ayudará a determinar la respuesta del consumidor a las características organolépticas de la fruta, las cuales son el sabor y textura. Para llevarlo a cabo se requerirán de 21 panelistas o testigos no entrenados; para su voto se les asignará una escala de 3 puntos.

Aquí conviene detenerse un momento a fin de explicar que se han seguido las normativas de la política IB, por ello se ha requerido el permiso respectivo de mi tutora legal para poder utilizar seres humanos como base de investigación. (Ver documentación en anexos)

---

<sup>4</sup> Valora el grado de satisfacción que tiene un producto

### Capítulo III- Procesamiento de Datos

Una vez seguida la correspondiente metodología, las características de la materia primera después de la inmersión en la solución osmótica fueron las siguientes:

#### Pérdida de Peso

##### Disolución de 70 °Brix:

Tabla 4 Muestra los valores en la pérdida de peso ( $g \pm 0,1$ ) en la disolución de sacarosa de 70° Brix

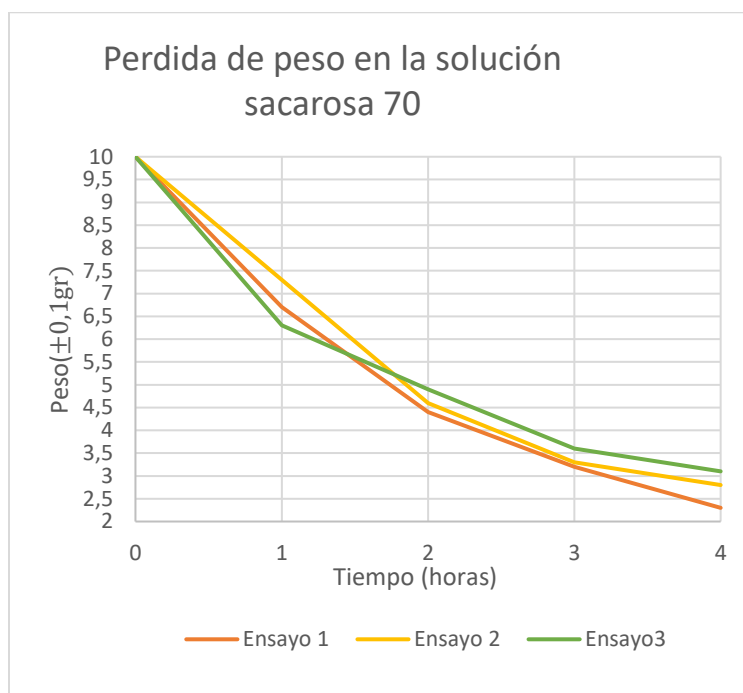
	Ensayo1			Ensayo 2			Ensayo 3		
Horas N° cubo	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1	7,2	7,5	6,7	6,6	7,3	7,6	7,4	6,3	7,2
2	5,9	4,7	4,4	5,2	4,6	5	4,6	4,9	4,7
3	3,5	2,7	3,2	3,1	3,3	2,9	3,5	3,6	2,8
4	2,2	2,5	2,3	2,7	2,8	2,6	2,5	3,1	2,8
<b>Promedio</b>	<b>2,61</b>								

Elaborado por: Karen Ponce

$$WR = \frac{(M_o - M_t)}{M_o} \times 100$$

$$WR = \frac{(10 - 2,61)}{10} \times 100 = 73,9\% \longrightarrow \boxed{\text{Porcentaje de pérdida de peso}}$$

Ilustración 1 se representa la progresiva pérdida de peso en la disolución de sacarosa de 70° Brix



Elaborado por: Karen Ponce

Se puede observar que la mayor pérdida de peso en la solución de sacarosa, se hizo más notoria durante las 3 primeras horas de inmersión.

Tabla 5 Muestra los valores en la pérdida de peso ( $g \pm 0,1$ ) en la disolución de glucosa de 70° Brix

Horas Cubo	Ensayo 1			Ensayo 2			Ensayo 3		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1	8,4	8,2	8,1	8,8	8,3	8,5	8,8	7,9	8,6
2	7,6	6,9	7,3	7,4	7,7	6,5	7,2	6,9	7,9
3	7,3	6,7	6,9	7	6,5	6	6,4	6,2	7,4
4	5,5	6	5,7	5,8	5,3	4,9	6,0	5,5	6,4



<b>Promedio</b>	<b>5,68</b>
-----------------	-------------

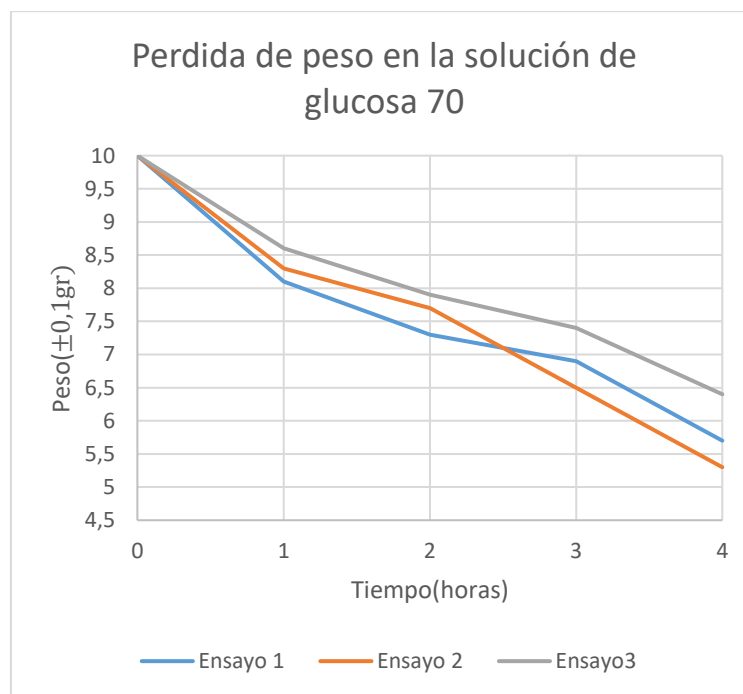
Elaborado por: Karen Ponce

Calculo de pérdida de peso

$$WR = \frac{(M_o - M_t)}{M_o} \times 100$$

$$WR = \frac{(10 - 5,68)}{10} \times 100 = 43,2 \%$$

Ilustración 2 representa la progresiva pérdida de peso en la disolución de glucosa de 70° Brix



Elaborado por: Karen Ponce

A diferencia de la disolución anterior, en la ilustración 2 se puede observar que la glucosa solo tiene la mayor pérdida de peso durante la 1 hora.

Entre la ilustración 1 y 2, se puede ver que en la concentración de 70 °Brix entre glucosa y sacarosa, este último es el que tiene una mayor incidencia en la pérdida de peso de *solanum muricatum*, pues también tomando en cuenta su respectiva tabla se puede ver que en los 3 ensayos realizados, el promedio de pérdida fue hasta los 2,61 g, lo que quiere decir que disminuyó su peso a más de la mitad, mientras que el de glucosa solo fue de 5,68 g.

### Disolución de 50° Brix

Tabla 6 Muestra los valores en la pérdida de peso ( $g \pm 0,1$ ) en la disolución de sacarosa de 50° Brix

Horas Cubo	Ensayo 1			Ensayo 2			Ensayo 3		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1	9,5	9,6	9,3	8,5	9,2	8,9	9,3	8,7	9,6
2	7,7	7,9	7,8	7,8	7,5	7,5	7,6	7,2	7,8
3	5,5	6,2	5,9	6,4	6,3	6,3	5,8	6,6	5,9
4	4,3	5	4,7	5,2	4,5	5,3	4,4	5,2	4,8
<b>Promedio</b>	<b>4,82</b>								

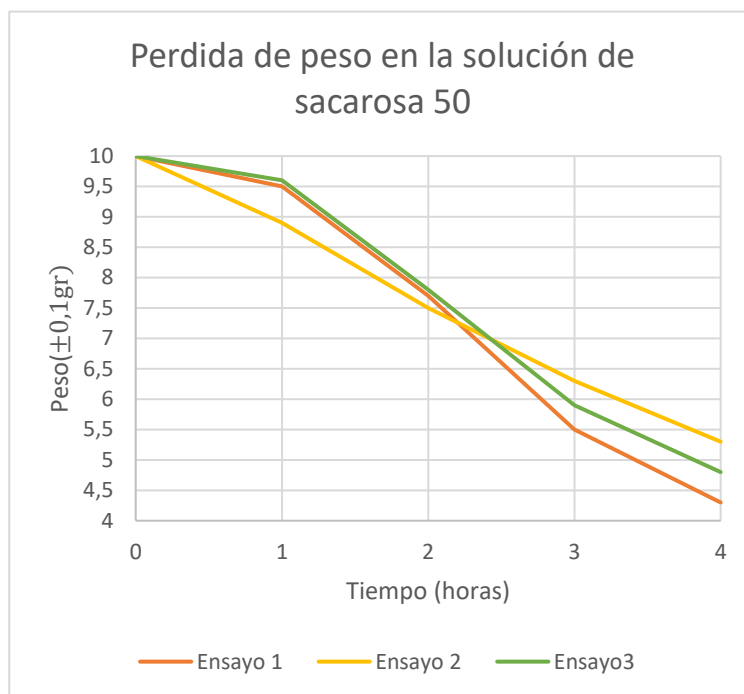
Elaborado por: Karen Ponce

Calculo de pérdida de peso

$$WR = \frac{(M_o - M_t)}{M_o} \times 100$$

$$WR = \frac{(10 - 4,82)}{10} \times 100 = 51,8 \%$$

Ilustración 3 representa la progresiva pérdida de peso en la disolución de sacarosa de 50° Brix



Elaborado por: Karen Ponce

El tiempo es proporcional a la pérdida de peso, aunque aquí se puede diferenciar que el mayor índice de pérdida fue durante las dos primeras horas.

Tabla 7 Muestra los valores en la pérdida de peso ( $g \pm 0,1$ ) en la disolución de glucosa de 50° Brix

	Ensayo 1			Ensayo 2			Ensayo 3		
Horas / Cubo	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1	8,8	8,9	8,9	9,3	9,6	8,6	9,2	8,9	9,2
2	8,3	8,6	8,4	8,8	9,3	8,2	8,6	8,7	9
3	7,5	7,7	8	8	8,8	8,1	7,9	8,5	8,3
4	7,3	7,5	7,5	7,6	7,4	8	7,8	7,4	7,9
<b>Promedio</b>	<b>7,6</b>								

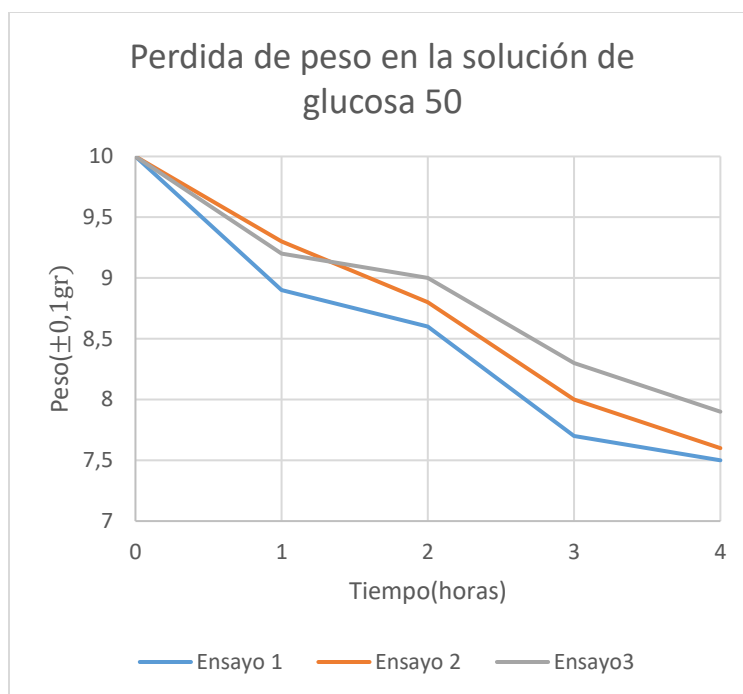
Elaborado por: Karen Ponce

Calculo de pérdida de peso:

$$WR = \frac{(M_o - M_t)}{M_o} \times 100$$

$$WR = \frac{(10 - 7,6)}{10} \times 100 = 24 \%$$

Ilustración 4 representa la progresiva pérdida de peso en la disolución de glucosa de 50° Brix



Elaborado por: Karen Ponce

En base a la ilustración 3 y 4 se puede manifestar que con la solución en concentración de 50°Brix, —para la sacarosa y glucosa— una vez más se obtuvo mayor disminución en la disolución con sacarosa.

Comparando ambos agentes osmóticos con las dos cantidades de concentración en °Brix, conjuntamente se puede observar que la pérdida de peso es directamente proporcional a la concentración y al tiempo, siendo así que la disolución con sacarosa fue muchos más efectiva en comparación a la glucosa, más específicamente, la primera concentración—la de 70°Brix, — se evidencia que la disolución con sacarosa tuvo mayor incidencia en la pérdida de peso obteniendo 73,9% de disminución frente a un 43,2 % que corresponde a la glucosa. Algo similar sucede con

la concentración de 50 °Brix, debido a que la sacarosa obtuvo un porcentaje de 51,8% frente a un 24% de la glucosa en su pérdida de peso.

## Ganancia de Sólidos

### Disolución de 70° Brix

Tabla 8 Muestra los valores de las ganancia de sólidos en la disolución de 70°Brix de sacarosa y glucosa

Tiempo(horas)/Ensayo	Ganancia de sólidos en la solución de sacarosa (°Brix)			Ganancia de sólidos en la solución de glucosa (°Brix)		
	1	2	3	1	2	3
0	9	9	9	9	9	9
1	9	9	9	9	9	9
2	9	9	9	9	9	10
3	9	10	9	10	9	11
4	9	10	10	10	10	11
<b>Promedio</b>	<b>9,67</b>			<b>10,33</b>		

Elaborado por: Karen Ponce

Calculo de la disolución de sacarosa

$$SG = \frac{(^{\circ}Brix_f - ^{\circ}Brix_i)}{^{\circ}Brix_i} \times 100$$

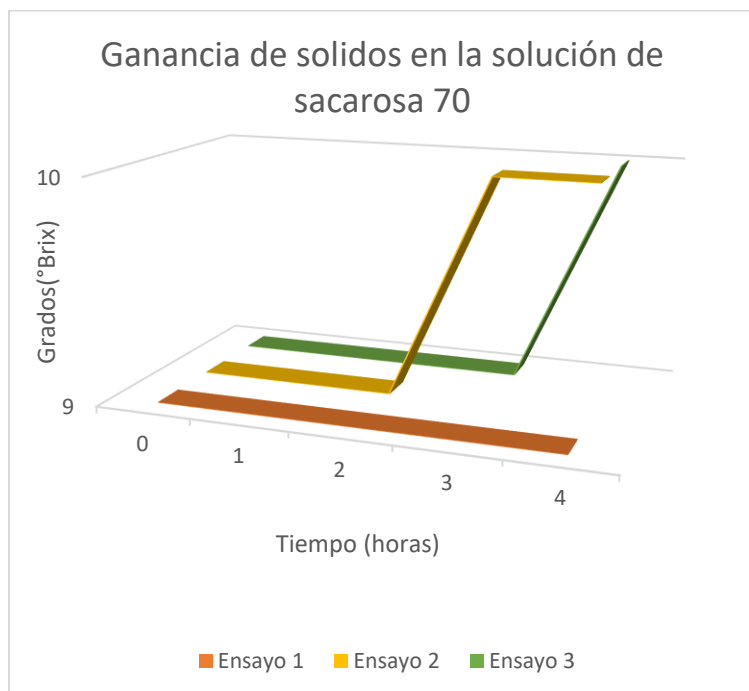
$$SG = \frac{(9,67 - 9)}{9} \times 100 = 7,44\%$$

Calculo de la disolución de glucosa

$$SG = \frac{(^{\circ}Brix_f - ^{\circ}Brix_i)}{^{\circ}Brix_i} \times 100$$

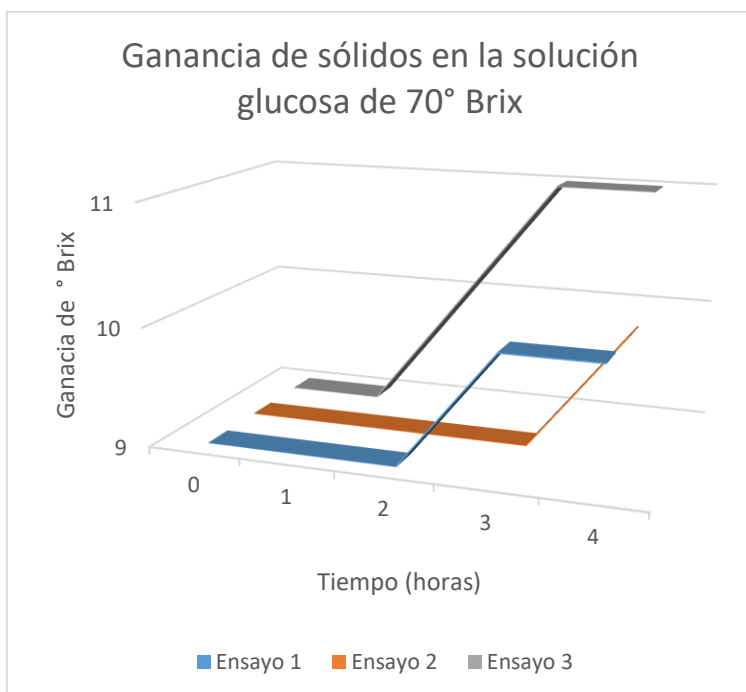
$$SG = \frac{(10,33 - 9)}{9} \times 100 = 14,77\%$$

Ilustración 5 Muestra el aumento sólidos en la solución de sacarosa



La concentración de sólidos con la solución de sacarosa es apenas del 7,44 %, lo que se traduce en el aumento de un solo grado durante todas las cuatro horas.

Ilustración 6 Muestra el aumento sólidos en la solución de glucosa



Con la solución de glucosa se aumentaron dos grados a la concentración de sólidos solubles de la fruta lo que corresponde al 14,77%

## Disolución de 50° Brix

Tabla 9 Muestra los valores de las ganancias de sólidos en la disolución de 50°Brix de sacarosa y glucosa

Tiempo(horas)/Ensayo	Ganancia de sólidos en la solución de sacarosa (°Brix)			Ganancia de sólidos en la solución de glucosa (°Brix)		
	1	2	3	1	2	3
0	9	9	9	9	9	9
1	9	9	9	10	11	10
2	9	11	10	11	12	12
3	9	11	10	11	12	13
4	10	12	11	13	14	13
<b>Promedio</b>	11			13,33		

Elaborado por: Karen Ponce

Calculo de la disolución de sacarosa:

$$SG = \frac{(^{\circ}Brix_f - ^{\circ}Brix_i)}{^{\circ}Brix_i} \times 100$$

$$SG = \frac{(11 - 9)}{9} \times 100 = 22,22\%$$

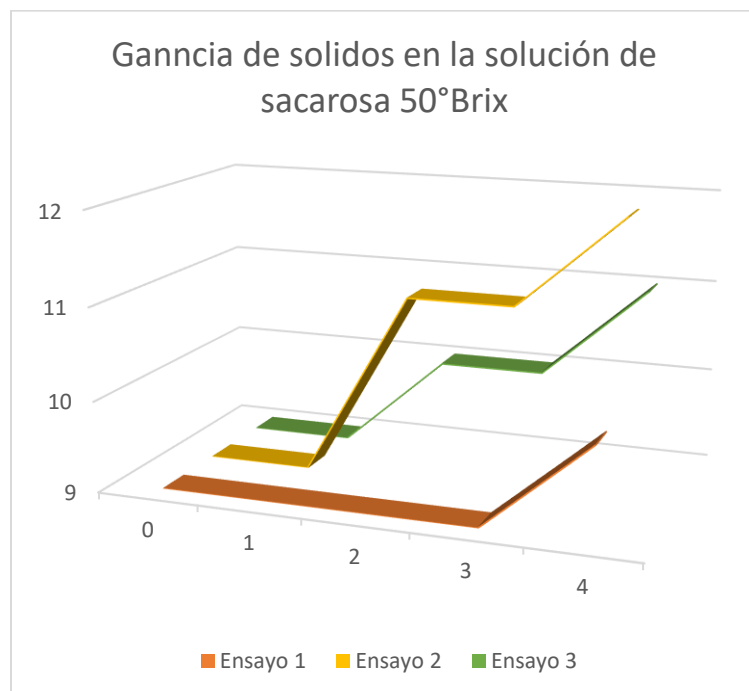
Calculo de la disolución de glucosa

$$SG = \frac{(^{\circ}Brix_f - ^{\circ}Brix_i)}{^{\circ}Brix_i} \times 100$$

$$SG = \frac{(13,33 - 9)}{9} \times 100 = 48,11\%$$



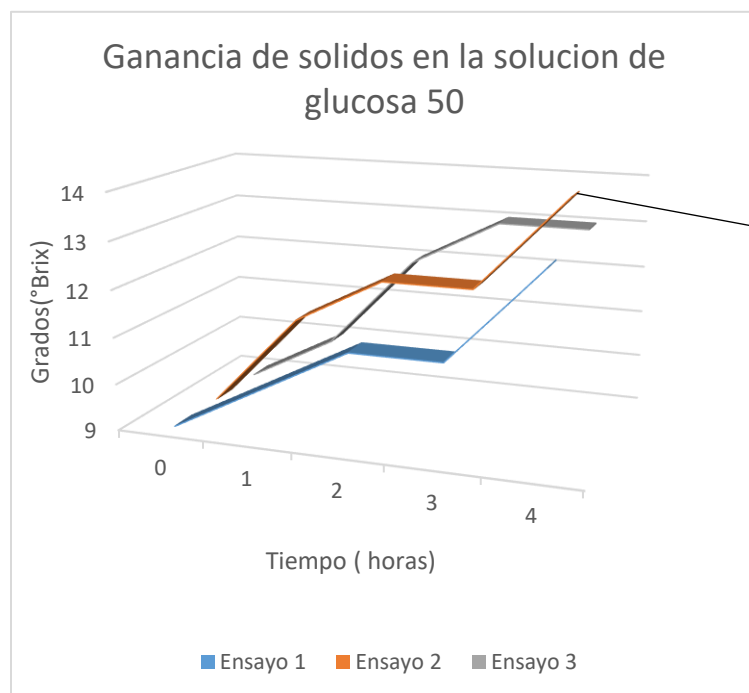
Ilustración 7 Muestra el aumento sólidos en la solución de sacarosa



Elaborado por: Karen Ponce

A partir de la segunda hora de inmersión, la repetición 2 y 3 obtuvo un aumento más significativo en la concentración de azúcares con un porcentaje del 22,22%

Ilustración 8 Muestra el aumento sólidos en la solución de glucosa



Elaborado por: Karen Ponce

Esta es la concentración y tipo de soluto que más afecta el aumento de sólidos, alcanzando un incremento máximo de 14°Brix.

Entre la graficas de la ilustración 7 y 8 se puede presenciar que la ganancia de sólidos, representada en grados en grados Brix, se vio favorecida en la concentración mas baja, es decir en la de 50°Brix junto con el soluto de la glucosa, dado que su valor fue del 48,11%

## Prueba de Aceptabilidad

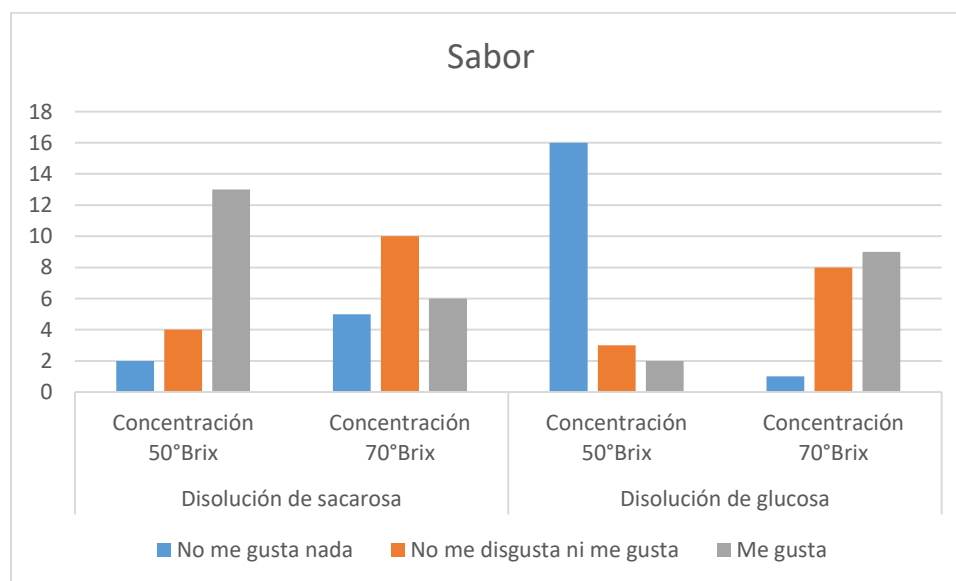
### Parámetro: sabor

Tabla 10 Datos obtenidos de la aceptabilidad del sabor en la solución de sacarosa y glucosa

	Disolución de sacarosa		Disolución de glucosa	
	Concentración	Concentración	Concentración	Concentración
	50°Brix	70°Brix	50°Brix	70°Brix
No me gusta nada	2	5	16	1
No me gusta ni me disgusta	4	10	3	8
Me gusta	13	6	2	9

Elaborado por: Karen Ponce

Ilustración 9 Respuesta del consumidor del parámetro de sabor en ambas concentraciones y solutos



Elaborado por: Karen Ponce

La disolución de glucosa de 50 °Brix fue la que obtuvo mayor negación en cuanto al sabor adquirido, resultados lógicos si se considera que esta solución fue la que obtuvo una mayor ganancia de sólidos razón por la cual el dulzor de la fruta incremento notablemente y por ende fue de disgusto para el consumidor.

Por otro lado la que mayor aceptación obtuvo fue la de 50°Brix de sacarosa pues con la experimentación se ha determinado que esta, apenas obtuvo un incremento de azúcar de 2°, lo cual puede adquirir un sabor agradable pero sin llegar a estar demasiado dulce.

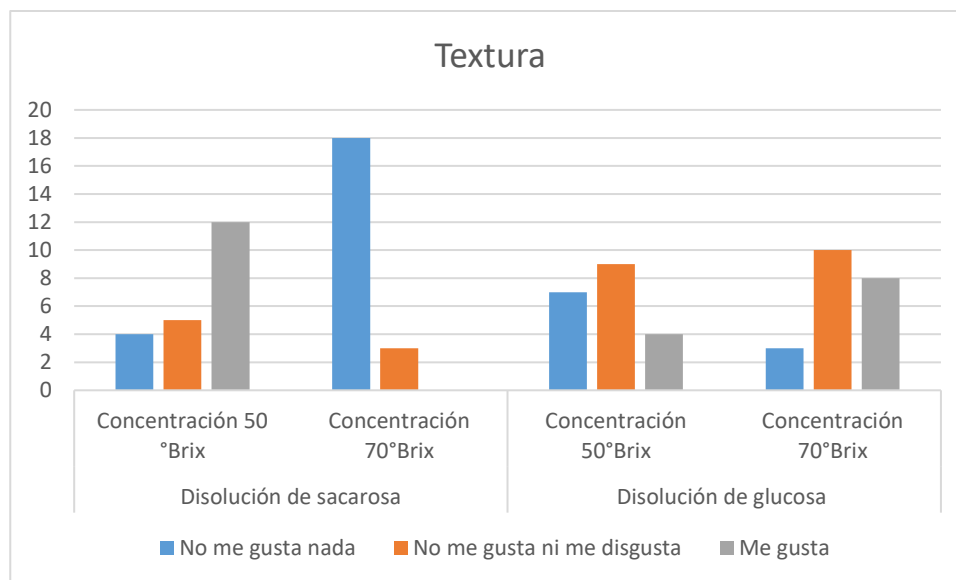
### **Parámetro: textura**

*Tabla 11 Datos obtenidos de la aceptabilidad del sabor en la solución de sacarosa y glucosa*

	Disolución de sacarosa		Disolución de glucosa	
	Concentración	Concentración	Concentración	Concentración
	50 °Brix	70°Brix	50°Brix	70°Brix
No me gusta nada	4	18	7	3
No me gusta ni me disgusta	5	3	9	10
Me gusta	12	0	4	8

*Elaborado por: Karen Ponce*

Ilustración 10 Respuesta del consumidor del parámetro de textura en ambas concentraciones y solutos



En la gráfica se observa que el mayor disgusto del consumidor en cuanto a la textura de la fruta, fue con la disolución de 70 °Brix de sacarosa, resultados aceptables si se relaciona con la practica pues esta al ser la solución que más incidió para que disminuyera de peso, en consecuencia adquirió una textura demasiada blanda y contraída, lo cual ha sido de desagrado para el consumidor. Contrariamente se observa que la más aceptada fue la de 50°Brix de sacarosa.

### Discusión y Análisis

El motivo por el cual se dan los dos flujos de masa, los cuales corresponden a la pérdida de peso, y ganancia de sólidos; se debe a la diferencia de solutos que existe entre la fruta y la solución hipertónica ya que crea un gradiente de concentración el cual ocasiona una difusión, que no es más que el movimiento de moléculas o partículas de menor a mayor concentración,

impulsadas por una presión osmótica<sup>5</sup>; este movimiento tendrá lugar hasta que se regulen las concentraciones del medio exterior con las de la fruta.

En lo que respecta al primer flujo, la pérdida de peso, aquí se desprendió agua de la fruta hacia el medio exterior, este movimiento se vio más influenciado con la disolución de 70 °Brix de sacarosa, resultados que corroboran al estudio realizado por Acevedo *et al.* (2014), pues como además señala Salvatori *et al.* (1999) Cuanto mayor es la concentración y el peso molecular del soluto, mayor es la tasa de eliminación de agua, debido a que provoca una mayor presión osmótica, lo que es igual a la fuerza que promueve dicho movimiento.

Este flujo se da través de la membrana celular, que a más de limitar y proteger las células de la pulpa, es semipermeable y parcialmente selectiva, es decir que permite la transferencia de agua y otras moléculas de bajo peso molecular, pero no el de moléculas complejas como el azúcar, por ello, para igualar las concentraciones es necesario que la fruta desprenda agua hacia el solución azucarada, y al hacerlo simultáneamente emana parte de su jugo celular, el cual está constituido por azúcares, sustancias orgánicas y pigmentos del fruto; tomando en cuenta que el jugo celular está constituido por un 80 % de agua, y que además se encuentra dentro del protoplasma<sup>6</sup>, al producirse la salida de agua, sus vacuolas se encogen y sus citoplasmas se deshidratan, lo que provoca disminución en la presión de turgencia —esta es de suma relevancia ya que da rigidez y firmeza a la pulpa de la fruta—ocasionando que sus células se debiliten y en consecuencia ocasionen el desprendimiento de la laminilla media de la pared celular, este fenómeno se conoce

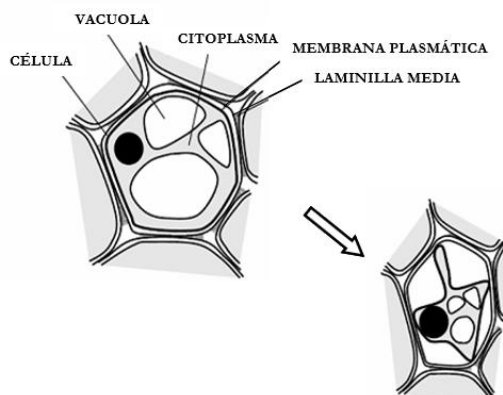
---

<sup>5</sup> “La presión osmótica es la presión que debe ser ejercida sobre la solución para evitar la entrada del solvente” (González, 2011)

<sup>6</sup> Hace referencia a los orgánulos vivos de la célula vegetal, principalmente al núcleo y al citoplasma

como plasmólisis incipiente, esto explica por qué las cubos de pepino dulce perdieron peso con la disolución más concentrada:

*Ilustración 11 Representación del tejido celular durante el proceso de deshidratación osmótica*



*Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/>*

No obstante; este movimiento espontaneo se da solo hasta que se equipare sus concentraciones, por ello, en la experimentación la pérdida de peso solo se hizo considerable en las cuatro primeras horas pues cabe mencionar que pasado este lapso de tiempo la diferencia entre la disolución y la fruta alcanzaron un estabilización dinámica de transferencia molecular porque al diluirse el agua de la fruta en la solución hipertónica, origina que la fuerza osmótica se iguale con la del solvente, desapareciendo así sus diferencias en cuanto a sus concentraciones.

Por otro lado, en la ganancia de sólidos, que es lo mismo a la ganancia de azúcares, se hizo presente sobre todo en la solución de 50 ° Brix de glucosa, contradictoriamente este flujo se ve favorecido en bajas concentraciones de solutos de bajo peso molecular; como ya se dijo la membrana semipermeable es parcialmente selectiva, con esto se quiere decir que no inhibe totalmente el traslado de otras sustancias, por lo que si fue posible que exista un aumento de °Brix, este flujo a diferencia de la salida de agua, va en contra difusión, dado que el soluto viaja

de donde hay más concentración hasta donde existe menos concentración, estas moléculas de soluto pueden atravesar los espacios intracelulares de la membrana celular y producir un aumento en su concentración, o bien pueden ubicarse en el intermedio entre la pared celular y la membrana plasmática;

Durante la experimentación se observó que la dilución de sacarosa a concentración de 70°Brix, encima de la fruta se formaron unas diminutas costras de azúcar, investigando se ha descubierto que tiene dos aspectos importantes; el primero es que al no poder ingresar dentro de la fruta debido a su alto peso molecular, se estanca y promueve la pérdida de agua pues crea una mayor gradiente de concentración y por ende una mayor fuerza impulsora y el segundo es que actúa como una barrera para impedir que nuevos solutos entren dentro del tejido, esto precisamente ha sucedido en investigaciones pasadas, como la de (Roca & Mascheroni, 2011); autores como Bedoya *et al.* (2004) y Mujica *et al.* (2003) denominan a este fenómeno como impregnación.

En lo que respecta a la prueba de aceptabilidad, generalmente se puede decir que la fruta deshidratada obtuvo buenas características organolépticas, sobre todo con la disolución 50 °Brix de sacarosa, dado que con esta se obtuvieron productos con mejor sabor y textura, lo cual resulto de aceptación y agrado para el consumidor, resultados que ratifican los estudios realizados (Ramos, 2018) quien tras someter pedazos de mango en el proceso osmótico, obtuvo buena aceptación por parte de los degustadores al probar su producto final; no obstante estos datos se contraponen y mejoran al trabajo realizado por Carvajal *et al.* (2001) Quienes manifiestan que durante su experimentación obtuvieron una negativa frente a las características organolépticas y el motivo de ello posiblemente se debe a que los autores realizaron una combinación de sabores

contrarios y por qué mantuvieron a la fruta deshidratándose durante ocho horas, un largo tiempo, lo cual afectó la textura de la pulpa gravemente.

### **Conclusión**

Respondiendo a la pregunta de investigación se puede sintetizar que entre la concentración de 50 y 70 ° Brix de las soluciones hipertónicas, para la disminución del peso de *solanum muricatum* la más eficaz fue la de 70 °Brix de sacarosa ya que el alto peso molecular y la mayor concentración ejercieron una mejor presión osmótica, la cual aceleró el flujo de las moléculas de agua de donde existió menos concentración hacia donde había más concentración, provocando a su vez que las células se contraigan y disminuyan su peso.

Por otro lado en lo que refiere a ganancia de sólidos, contrariamente esta se vio favorecida en la disolución con concentración de 50 °Brix de glucosa pues la membrana al ser semipermeable, accedió el transporte de moléculas más simples, pero impidió el de moléculas más complejas, por ello al analizar los datos en cada ensayo realizado, se pudo presenciar que la glucosa al tener un peso molecular de 180,156 g/mol, un valor menor, frente a 342g/mol que corresponde a la sacarosa, fue posible que la solución con glucosa haya penetrado en el tejido vegetal a través de los orificios de la membrana celular más fácilmente. Con esto pues se afirma que la hipótesis antes planteada fue verdadera.

Por último cabe mencionar que con esta práctica e investigación se lograron obtener productos con buena aceptabilidad, por lo cual se concluye que la deshidratación osmótica si es una excelente técnica, que bajo las variables adecuadas, si es posible lograr obtener un producto



minimamente procesado y de buena calidad, sin alterar en gran medida las características organolépticas de la fruta original.

### **Puntos Fuertes**

- La experimentación trabajo en función a dos variables —concentración y tipo de soluto— lo cual permitió obtener más variabilidad y puntos de análisis en los resultados obtenidos.
- La investigación cuenta con abundante información lo cual ha permitido comparar y contrastar con otros trabajos realizados.
- *Solanum muricatum* es una fruta que dentro del contexto de osmodeshidratación, ha sido relativamente muy poco analizada, lo cual da originalidad y autenticidad a este trabajo.

### **Puntos Débiles**

- Frente a la adversidad de no contar con todos los aparatos tecnológicos de laboratorio adecuados, no se pudo elaborar un análisis posterior de las condiciones finales de la fruta más exacto, sin embargo se trató de remendar utilizando un método cualitativo, aunque claro no es del todo certero.
- La pulpa natural de *Solanum muricatum* tiene gran cantidad de agua, por lo que hubo el riesgo de que la fruta se empezara a descomponer y que la experimentación se cancelara.
- El valor de la concentración en grados Brix puede ser un tanto incierto por que puede depender de varias variables.

### **Recomendación**

- Para analizar el proceso de deshidratación osmótica, es muy importante tener en cuenta la naturaleza de la fruta, se debe considerar que esta no adquiera un rápido pardeamiento enzimático.
- Realizar los suficientes ensayos que permitan obtener una mayor fiabilidad y credibilidad de los mismos.
- Experimentar con otros tipos de soluto, tales como la miel, maltosa, glicerol y entre otros.

### **Aplicación de la investigación**

- La deshidratación osmótica es una técnica que puede ser aplicada dentro de la industria alimenticia, siendo su objetivo principal el prolongar la vida útil de los alimentos como frutas y hortalizas, claro sin modificar sus características tras eliminar agua y humedad; lo cual es sumamente relevante para las exportaciones internacionales.

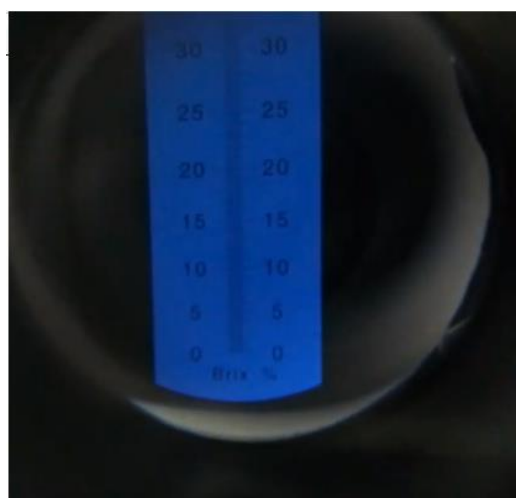
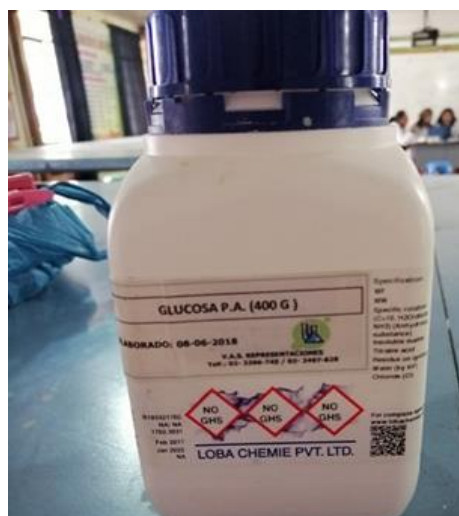
### Bibliografía

- Acevedo, D., Tirado, D., & Guzmán, L. (2014). DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE PULPA DE TAMARINDO (*Tamarindus indica* L.): INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y LA CONCENTRACIÓN. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 123-130. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-42262014000100014&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262014000100014&lng=en&tlng=es).
- AGNELLI, M., MARANI, C., & MASCHERONI, R. (2005). Modelling of heat and mass transfer during (osmo) dehydrofreezing of fruits. *Journal of Food Engineering*, 415-424.
- Berg, J. M., Tymoczko, J., & Stryer, L. (2007). *Bioquímica*. Barcelona : REVERTÉ.
- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2007). *Biología*. Madrid: Médica Panamericana.
- Carvajal , L., Zapata, J., Ospina , N., Zuluaga, A., & Restrepo, S. (2001). Efectos de los componentes del jarabe en la deshidratación osmótica de papaya. *VITAE, REVISTA DE LA FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA*, 11-19.
- Coloma, J., Mantuano, I., Coloma, O., & Elkotb, A. (16 de Junio de 2017). *El misionero del agro*. Obtenido de [http://www.uagraria.edu.ec/publicaciones/revistas\\_cientificas/16/060-2017.pdf](http://www.uagraria.edu.ec/publicaciones/revistas_cientificas/16/060-2017.pdf)
- Geilfus, F. (1994). *El árbol al servicio del agricultor: Guía de especies*. Turrialba, Costa Rica: CATIE; enda-caribe.
- Giraldo Bedoya, D. P., Arango Velez, L. M., & Márquez Cardozo, C. J. (2004). OSMODESHIDRATACIÓN DE MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus* Benth) CON. *Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 2253-2268.
- González, M. (2 de Agosto de 2011). *La guía de química* . Obtenido de La guía de química : <https://quimica.laguia2000.com/conceptos-basicos/presion-osmotica>

- Linstromberg, W. W. (1977). *Curso breve de química orgánica*. Barcelona: Reverté.
- Miranda, C. M., Rosales, A. A., Sánchez, J. I., & Mejía, L. C. (02 de Diciembre de 2018). El sector hortofrutícola de Ecuador: Principales características socioprodutivas de la red agroalimentaria de la uvilla (*Physalis peruviana*). *Ciencia y Agricultura* . Obtenido de file:///C:/Users/USER/Downloads/Dialnet-ElSectorHortofruticolaDeEcuador-6817418.pdf
- Muhammad, Z., Ayub, M., & Khan, A. (2016). preservation through osmotic dehydration-. *International Dairy Journal*, 3.
- Mújica Paz, H., Valdez-Fragoso, A., López-Malo, A., Palou, E., & Welti-Chanes, J. (2003). Impregnation and osmotic dehydration of some fruits: Effect of the vacuum pressure and syrup concentration. *Journal of Food Engineering* , 305-314. .
- Nuez Viñals, F., & Ruíz Martínez, J. J. (1996). *El pepino dulce y su cultivo*. Roma (Italia): FAO.
- Roca, D., & Mascheroni, R. (2011). Deshidratación de papas por métodos combinados de secado: deshidratación osmótica, secado por microondas y convección con aire caliente. *Proyecciones*, 11-26 .
- Salvatori, D., Andrés, A., Chiralt, A., & Fito, P. (1999). Osmotic dehydration progression in apple tissue. I. Spatial distribution of solutes and moisture content. *Journal of Food Engineering*, 125-132.
- Smith, D., Cash, J., Nip, W. K., & Hui, Y. (1997). *Processing Vegetables: Science and Technology*. CRC Press.
- Wais, N. (Febrero de 2011 ). *Repositorio Institucional de la UNLP*. Obtenido de SEDICI: <http://sedici.unlp.edu.ar/>

### Apéndices







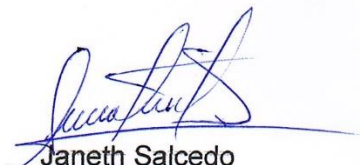
Quito, 6 de enero de 2020

Organización del bachillerato internacional:

Yo, Janeth Salcedo, con cédula de identidad personal No. 1716989957, en pleno uso de mis facultades legales e intelectuales, por este medio doy mi autorización a Ponce Soto Karen Brigette, con cédula de identidad personal No. 1728191956, para que se le permita realizar las debidas experimentaciones para la realización de su monografía, convocatoria mayo 2020; siguiendo siempre y cuando las políticas éticas del IB.

En virtud de lo anterior, renuncio a la interposición de cualquier reclamación relacionada o como consecuencia, de lo aquí autorizado.

Atentamente,



Janeth Salcedo  
1716989957  
0987880132