



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

“EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD OSMO- DESHIDRATANTE DE CUATRO AGENTES EDULCORANTES COMO CONSERVANTE EN MANGO HADEN (*mangifera indica haden*).”

Trabajo de titulación

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTOR:

JAIRON STALYN CAGUAS CHAFLA

Riobamba-Ecuador

2020



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**“EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD OSMO-
DESHIDRATANTE DE CUATRO AGENTES EDULCORANTES
COMO CONSERVANTE EN MANGO HADEN (*mangifera indica
haden*).”**

Trabajo de titulación

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTOR: JAIRON STALYN CAGUAS CHAFLA

DIRECTOR: Ing. PhD. LUIS FERNANDO ARBOLEDA ÀLVAREZ

Riobamba-Ecuador

2020

2020, Jairon Stalyn Caguas Chafla

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, **Jairon Stalyn Caguas Chafila** declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 24 de abril de 2020

Jairon Stalyn Caguas Chafila

092831702-3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

El Tribunal de trabajo de titulación certifica que: El Trabajo de titulación: Tipo: Trabajo Experimental, **“EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD OSMODESHIDRATANTE DE CUATRO AGENTES EDULCORANTES COMO CONSERVANTE EN MANGO HADEN (*mangifera indica haden*).”**, realizado por el señor: **JAIRON STALYN CAGUAS CHAFLA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. PhD José Miguel Mira Vázquez

JOSE MIGUEL
MIRA
VASQUEZ

Firmado digitalmente por
JOSE MIGUEL MIRA
VASQUEZ
Fecha: 2021.01.26
23:42:37 -05'00'

18 de diciembre de 2020

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. PhD. Luis Fernando Arboleda Álvarez.

DIRECTOR DEL TRABAJO

LUIS FERNANDO
ARBOLEDA ALVAREZ

Firmado digitalmente por LUIS FERNANDO
ARBOLEDA ALVAREZ
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC,
serialNumber=0603234030, ou=ARBOLEDA
ALVAREZ, o=LUIS FERNANDO ARBOLEDA
ALVAREZ, 1.3.6.1.4.1.37442.10.4=0603234030,
givenName=LUIS FERNANDO,
emailAddress=arboleda@chimb.com,
st=CHIMBORAZO, E=026A86A, ou=Certificado
de Clase 2 de Protocolo Firma EC (FIRMA)
Fecha: 2021.01.24 08:54:30 -05'00'

18 de diciembre de 2020

DE TITULACIÓN

Ing. Iván Patricio Salgado Tello. MsC



Firmado electrónicamente por:
**IVAN PATRICIO
SALGADO TELLO**

18 de diciembre de 2020

ASESOR DEL TRABAJO

DE TITULACIÓN

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi padre Fernando Caguas y mi madre Carmita Chafla, mis hermanos Alex y Diego Caguas Chafla, mi familia y por último y no menos importante en especial a mi abuelo Fernando Caguas (+) por cumplir mi promesa.

Jairon

AGRADECIMIENTO

Primero a Dios por darme la fuerza necesaria para enfrentar y pasar todas las barreras que he tenido durante mi vida para llegar a este momento además de la sabiduría y dedicación, por darme un padre y una madre que han dado todo por mis hermanos y por mi persona en especial en estos momentos que vive el mundo con este virus.

Nuevamente y sobre todo a mi padre y mi madre quienes han sido los pilares fundamentales para cumplir parte de este sueño, sin ellos no sería posible nada de esto.

A mi familia, profesores y amigos.

Jairon

TABLA DE CONTENIDO

ÌNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÌNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÌNDICE DE GRÁFICOS.....	xv
ÌNDICE DE ANEXOS	xvi
RESUMEN.....	xvii
SUMMARY	xviii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
1. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1 Manejo postosecha	3
1.2 Deshidratación.....	3
1.2.1 Tipos de deshidratación.....	3
1.2.1.1 Deshidratado con aire caliente.....	3
1.2.1.2 Deshidratado al aire libre.....	4
1.2.1.3 Deshidratación solar.....	4
1.2.1.4 Deshidratado osmótico	4
1.2.1.5 Deshidratado por Liofilización	5
1.3 Deshidratación osmótica.....	5
1.3.1 Fenómeno de osmosis	6
1.3.2 Factores que influyen sobre la velocidad de deshidratación.....	6

1.3.2.1	<i>Temperatura de la solución osmótica</i>	6
1.3.2.2	<i>Presión de operación</i>	6
1.3.2.3	<i>Agitación de la solución osmótica</i>	7
1.3.2.4	<i>Concentración de la solución osmótica</i>	7
1.3.2.5	<i>Tipo de soluto</i>	7
1.3.2.6	<i>Propiedades del soluto</i>	7
1.3.2.7	<i>Geometría y tamaño del producto</i>	7
1.3.2.8	<i>Relación masa de solución/ masa del producto</i>	8
1.4	Mango	8
1.4.1	<i>Características químicas, fisicoquímicas y propiedades tecnológicas</i>	9
1.4.2	<i>Variedades</i>	10
1.4.2.1	<i>Criollo</i>	10
1.4.2.2	<i>Diplomático</i>	10
1.4.2.3	<i>Manila</i>	11
1.4.2.4	<i>Haden</i>	11
1.4.2.5	<i>Kent</i>	12
1.4.2.6	<i>Keitt</i>	12
1.4.2.7	<i>Tommy Atkins</i>	13
1.4.2.8	<i>Ataulfo</i>	13
1.4.3	<i>Derivados de mango</i>	14
1.4.3.1	<i>Mango en almíbar</i>	14
1.4.3.2	<i>Mermelada de mango</i>	14
1.4.3.3	<i>Mango deshidratado</i>	14

1.4.3.4	<i>Ate de mango</i>	15
1.4.3.5	<i>Néctar de mango</i>	15
1.4.3.6	<i>Chutney de mango</i>	15
1.4.3.7	<i>Mango en vinagre</i>	15
1.4.3.8	<i>Salsa de mango</i>	15
1.4.3.9	<i>Mango en polvo</i>	16
1.5	Agentes osmóticos utilizados en el estudio	16
1.5.1	<i>Miel</i>	16
1.5.1.1	<i>Propiedades fisicoquímicas de la miel</i>	16
1.5.2	<i>Miel de caña</i>	16
1.5.2.1	<i>Propiedades de la miel de caña</i>	17
1.5.3	<i>Glucosa</i>	17
1.5.4	<i>Jarabe invertido</i>	18
 CAPÍTULO II		
2	MARCO METODOLÓGICO	19
2.1	Localización y duración del experimento	19
2.1.1	<i>Localización del experimento</i>	19
2.2	Unidades experimentales	19
2.3	Materiales, equipos e instalaciones	19
2.3.1	<i>Materiales de laboratorio</i>	19
2.3.2	<i>Materia Prima e Insumos</i>	20
2.3.3	<i>Equipos</i>	20
2.3.4	<i>Instalaciones</i>	20

2.4	Tratamientos y diseño experimental	21
2.5	Mediciones experimentales.....	23
2.5.1	<i>En la materia prima</i>	23
2.5.1.1	<i>Características físicas.....</i>	24
2.5.1.2	<i>Características químicas.....</i>	24
2.5.1.3	<i>Calidad microbiológica</i>	24
2.5.2	<i>En el producto final.....</i>	24
2.5.2.1	<i>Propiedades físicas</i>	24
2.5.2.2	<i>Características químicas.....</i>	24
2.5.2.3	<i>Calidad microbiológica</i>	24
2.6	Análisis estadísticos y pruebas de significancia.....	25
2.7	Procedimiento experimental	25
2.7.1	<i>Etapa pre-experimental.....</i>	25
2.7.2	<i>Fase de elaboración del deshidratado osmótico.....</i>	26
2.8	Metodología de evaluación	28
2.8.1	<i>Preparación de la muestra</i>	28
2.8.2	<i>Determinación del pH.....</i>	28
2.8.3	<i>Determinación de sólidos solubles (°Brix)</i>	28
2.8.4	<i>Determinación del porcentaje de acidez.....</i>	28
2.8.5	<i>Determinación de materia seca y humedad.....</i>	29
2.8.6	<i>Determinación de cenizas</i>	30
2.8.7	<i>Calidad microbiológica</i>	30
2.8.8	<i>Calidad organoléptica</i>	32

2.8.9	<i>Evaluación de parámetros de osmodeshidratación del producto terminado.</i>	32
2.8.9.1	<i>Pérdida de peso (WR)</i>	32
2.8.9.2	<i>Ganancia de solidos (SG)</i>	33
CAPÍTULO III		
3	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	34
3.1	Fruta	34
3.1.1	<i>Variable masa</i>	34
3.1.2	<i>Variable °brix</i>	35
3.2	Edulcorantes	38
3.2.1	<i>Variable solidos solubles</i>	38
3.2.2	<i>Variable masa</i>	38
3.3	Interacción la fruta y edulcorantes	41
3.3.1	<i>Análisis cinético entre edulcorantes y fruta</i>	41
3.4	Producto final	45
3.4.1	<i>Valoración físico-química</i>	45
3.4.1.1	<i>Humedad %</i>	45
3.4.1.2	<i>Materia seca</i>	45
3.4.1.3	<i>Cenizas</i>	45
3.4.1.4	<i>Valoración microbiológica</i>	45
3.5	Prueba de aceptabilidad	47
3.6	Análisis económico	48
3.6.1	<i>Costo y financiamiento de la investigación</i>	48
3.6.2	<i>Costo/Beneficio</i>	48

CONCLUSIONES.....	50
RECOMENDACIONES.....	51
GLOSARIO	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÌNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Clasificación científica del mango	8
Tabla 2-1:	Composición nutrimental promedio del mango valores por cada 100 gr de pulpa de mango maduro.	9
Tabla 3-2:	Unidades experimentales.....	19
Tabla 4-2:	Esquema del experimento (simple)	22
Tabla 5-2:	Esquema del experimento (bi-factorial)	23
Tabla 6-2:	Esquema del adeva (diseño simple).....	25
Tabla 7-2:	Esquema del adeva (diseño bi-factorial)	25
Tabla 8-2:	Materia prima para la elaboración de un deshidratado osmótico de mango (mangifera indica haden) utilizando 4 agentes edulcorantes.....	26
Tabla 9-3:	Análisis estadístico para el factor a (tratamientos) en la fruta.....	37
Tabla 10-3:	Análisis estadístico para el factor b (horas) en la fruta.....	37
Tabla 11-3:	Análisis estadístico para el factor a (tratamientos) en los edulcorantes	40
Tabla 12-3:	Análisis estadístico para el factor b (horas) en los edulcorantes	40
Tabla 13-3:	Análisis estadístico para la interacción factor a x factor b en la fruta	43
Tabla 14-3:	Análisis estadístico para la interacción factor a x factor b en los edulcorantes... ..	44
Tabla 15-3:	Frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas y liofilizadas.	46
Tabla 16-3:	Análisis estadístico para el producto final.....	47
Tabla 17-3:	Costos de la investigación.	48
Tabla 18-3:	Análisis económico de la investigación.....	49

ÌNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Deshidratadora de gas lp	4
Figura 2-1:	Esquema de la transferencia de masa durante el proceso de deshidratación osmótica.....	5
Figura 3-1:	Variedad criollo	10
Figura 4-1:	Variedad diplomático.....	11
Figura 5-1:	Variedad manila	11
Figura 6-1:	Variedad haden	12
Figura 7-1:	Variedad kent	12
Figura 8-1:	Variedad keitt.....	13
Figura 9-1:	Variedad manila	13
Figura 10-1:	Variedad ataulfo.....	14
Figura 11-2:	Diagrama de flujo para la obtención de mango osmodeshidratado (mangifera indica haden), utilizando cuatro agentes edulcorantes	27

ÌNDICE DE GRÀFICOS

Gráfico 1-3:	Pérdida de masa de la fruta representada en porcentaje.....	34
Gráfico 2-3:	Ganancia de °brix de la fruta.....	35
Gráfico 3-3:	Ganancia de °brix de la fruta (%)......	35
Gráfico 4-3:	Descenso de los °brix en los agentes edulcorantes.....	38
Gráfico 5-3:	Análisis cinético entre los agentes edulcorantes y porcentaje de pérdida de peso.....	41
Gráfico 6-3:	Ganancia de masa de los edulcorantes representado en porcentaje.....	42

ÌNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** Análisis estadístico de los °brix en los agentes edulcorantes
- ANEXO B:** Análisis estadístico del peso en los agentes edulcorantes.
- ANEXO C:** Análisis estadístico de los °brix en la fruta.
- ANEXO D:** Análisis estadístico del peso en la fruta.
- ANEXO E:** Análisis estadístico del ph en la fruta.
- ANEXO F:** Análisis estadístico de la acidez en la fruta.
- ANEXO G:** Análisis estadístico pérdida de masa en fruta representada en porcentaje.
- ANEXO H:** Análisis estadístico ganancia de masa en los edulcorantes representada en porcentaje.
- ANEXO I:** Análisis estadístico ganancia de obrix en la fruta representado en porcentaje.
- ANEXO J:** Análisis estadístico de humedad del producto final.
- ANEXO K:** Análisis estadístico de materia seca en el producto final.
- ANEXO L:** Análisis estadístico de cenizas en el producto final.
- ANEXO M:** Análisis estadístico de mohos en el producto final.
- ANEXO N:** Análisis estadístico de levaduras en el producto final.
- ANEXO Ñ:** Análisis estadístico de salmonella en el producto final.
- ANEXO O:** Análisis estadístico de escherichia coli en el producto final.
- ANEXO P:** Resultados de la prueba de aceptabilidad para el deshidratado osmótico de mando haden.
- ANEXO Q:** Resultados de los análisis microbiológicos de la materia prima.
- ANEXO R:** Resultados de las pruebas microbiológicas realizadas al deshidratado osmótico de mango haden.

RESUMEN

La elaboración de un deshidratado osmótico de mango (*Mangifera indica haden*) se realizó usando cuatro agentes edulcorantes, miel de abeja (T1), miel de caña (T2), glucosa (T3) y jarabe invertido (T4) a 73.20 grados brix, con un tiempo de sumerción de 24 horas, además de un tratamiento control (T0) sin utilizar ningún tipo de agente edulcorante, la medición de grados brix y peso en la fruta, así como en los agentes edulcorantes, se realizó cada 2 horas durante las primeras 8 horas y posteriormente una deshidratación de todos los tratamientos a 55 grados centígrados por 13 horas. Los resultados se analizaron bajo dos diseños completamente al azar, el primero de tipo bi-factorial (DBF) y el segundo un diseño simple, utilizando para la comparación de medias la prueba de Tukey con un nivel de significancia menor a 0.05, los resultados estadísticos mostraron que el agente de mayor capacidad osmodeshidratante fue la miel de abeja. Además, los análisis cinéticos demostraron que la transferencia de masa ocurre durante las primeras 6 horas, siendo las 2 primeras las de mayor transferencia, la máxima pérdida de masa del producto puede ser del 36 % con un contenido de humedad en el producto final del 11 %. Los resultados del análisis sensorial demostraron que el tratamiento 1 usando miel de abeja obtuvo una calificación de 4 siendo el atributo “Me gusta mucho” el más representativo. Como conclusión de la presente investigación se tiene que el agente con mayor poder osmótico fue la miel de abeja y el mejor equilibrio costo/beneficio se dio en el tratamiento 0. Se recomienda la utilización de miel de abeja como pre tratamiento osmótico para la producción de frutas deshidratadas, dándole a estas características organolépticas para mayor aceptabilidad por parte del consumidor.

Palabras Clave: <SUBPRODUCTOS>, <DESHIDRATADO OSMÓTICO>, <MANGO (*Mangifera indica Haden*)>, <AGENTE EDULCORANTE>, <SUMERCIÓN>, <CAPACIDAD OSMODESHIDRATANTE>, <DESHIDRATACIÓN>.



Elaborado y desarrollado por:
ELIZABETH
FERNANDA AREVALO
MELINA



0556-DBRAI-UPT-2021

SUMMARY

An osmotic dehydrated mango (*Mangifera indica* Haden) was elaborated using four sweetening agents; honey (T1), cane honey (T2), glucose (T3) and inverted syrup (T4) at 73.20 degrees brix, with an immersion time of 24 hours and a control treatment (T0) without using any type of sweetening agent. The measurement of brix degrees and weight in the fruit, as well as in the sweetening agents, was carried out every 2 hours during the first 8 hours and then a dehydration of all treatments at 55 degrees Celsius for 13 hours. The results were analyzed under two completely randomized designs. The first of a bi-factorial type (DBF) and the second a simple design. The Tukey test was used for the comparison of means with a level of significance less than 0.05. The statistical results showed that the agent with the highest osmo-dehydrating capacity was honey. In addition, the kinetic analyzes showed that the mass transfer occurs during the first 6 hours, with the first 2 hours being the highest of transfer. The maximum mass loss of the product can be 36% with a moisture content in the final product of 11 %. The results of the sensory analysis showed that treatment one using honey obtained a rating of 4, with the attribute "I like it very much" as the most representative. As a conclusion of the present investigation, it is found that the agent with the greatest osmotic power was honey and the best cost / benefit balance occurred in treatment 0. The use of honey as an osmotic pre-treatment for the production of dehydrated fruits due to its organoleptic characteristics and greater acceptability by the consumer is recommended.

Keywords: <SUBPRODUCTS>, <OSMOTIC DEHYDRATE>, <MANGO (*Mangifera indica* Haden)>, <SWEETENING AGENT>, <SUBMERATION>, <OSMODESHYDRATING CAPACITY>, <DEHYDRATING>

GLORIA ISABEL
ESCUADERO
OROZCO

Firmado digitalmente por GLORIA ISABEL
ESCUADERO OROZCO
DN: cn=GLORIA ISABEL ESCUDERO
OROZCO, o=EC, c=SECURITY DATA S.A.
1.0=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE
INFORMACION
Motivo: Soy el autor de este documento
Ubicación:
Fecha: 2021-03-02 11:02:10.00

DOCENTE DE INGLES FCP

INTRODUCCIÓN

El mango constituye una de las frutas tropicales de mayor producción en el mundo, gracias a los grandes volúmenes de producción. Las estimaciones preliminares para 2017 apuntan a una producción mundial de 47,1 millones de toneladas. El país que más produce mango en el mundo es la India, con una producción estimada en 18,5 millones de toneladas en 2017, exclusivamente de mango, representa actualmente alrededor del 40 % del total de la producción mundial (Altendorf, 2017 pág. 8).

Las fuentes de información difieren en el área dedicada a la producción de mango en Ecuador. Según las estadísticas publicadas por el SINAGAP en sus boletines de información agropecuaria, en el 2016 existían unas 18.000 hectáreas (ha) dedicadas a este cultivo con una producción estimada de 82.246 toneladas (Hernandez, 2018 pág. 9).

Actualmente la agroindustria emplea diferentes tipos de procesos de conservación, y entre los más utilizados se encuentran los procesos de deshidratación que resultan ser una técnica efectiva para lograr productos estables con características sensoriales y nutritivas, posibilitando la obtención de un producto para el consumo con cierto parecido al mismo en estado fresco y productos mínimamente procesados. En el caso específico de las frutas, los métodos de conservación más recomendados son: el método de OD y el método de deshidratación por flujo de aire caliente (DAC). La OD se utiliza ampliamente para eliminar parcialmente el agua de los tejidos vegetales y la obtención de un aumento significativo de su tiempo de vida útil, mediante inmersión en una solución hipertónica (Gallo, y otros, 2015 pág. 3).

El aumento de pérdidas postcosecha en mango ha motivado a la industria a la elaboración de nuevos productos utilizando diferentes métodos que alarguen la vida útil de las frutas. La deshidratación es una de las formas más antiguas de procesar alimentos. Los alimentos deshidratados no necesitan ser refrigerados y conservan mejor sus componentes nutricionales. El eliminar el agua de los tejidos impide el crecimiento de las bacterias, mohos y levaduras que no pueden vivir en un medio seco (Zacatares, 2010 pág. 2).

La deshidratación conduce a prolongar la vida útil en los productos de la agricultura y reducir el gasto de envío y embalaje como resultado de la disminución de peso y volumen. Entre los tratamientos de deshidratación, la osmótica ha atraído la atención de muchos desarrolladores de productos alimenticios, debido a sus resultados de conservación de buena calidad. La deshidratación osmótica (OD) se puede llevar a cabo para obtener varios tipos de productos, tales como productos de humedad intermedia o mínimamente procesados, o como un pretratamiento antes del secado o congelación (Gallo, et al., 2015).

Una alternativa de conservación es el deshidratado del mango por medio osmótico y aire caliente. Este consiste en eliminar el agua de un alimento al ponerlo en contacto directo con una solución altamente concentrada. El agua del fruto se mueve a través de las membranas celulares semipermeables hacia el medio que lo rodea con el fin de establecer un equilibrio. En menor medida se produce una difusión del soluto de la solución hacia el fruto (Ramos, 2018 pág. 1).

Según la Fundación Mango Ecuador, el cultivo de mango cubre un área aproximada de 7.700 ha en las cuales priman las variedades exportables. Esta superficie corresponde principalmente a la provincia del Guayas, están en plena producción y se encuentran registradas en el gremio como dedicadas a la exportación en un 84% y el resto dedicadas a otros mercados (Hernandez, 2018 p. 9)

El mango es una de las frutas tropicales que más ampliamente se consumen en el mundo, su comercialización como fruta fresca y como producto cortado está ganando cada vez más importancia. Sin embargo, la fruta fresca cortada tiene una muy breve vida útil, debido a las dificultades para mantener sus características originales. Esto se debe a que algunas operaciones durante el cortado inducen cambios en las características fisicoquímicas y fisiológicas, por efecto de la mayor acción enzimática y algunos cambios fisiológicos. (Montoya, y otros, 2012 pág. 1)

Existen varios estudios que demuestran la eficacia de la deshidratación osmótica en manzana, banana, piña, arándanos, pomelo, mango, guayaba, pera, kiwi, frutillas, higos y de vegetales como papa, tomate, cebolla y otros.

Se propone en este estudio el aprovechamiento del mango variedad *Haden* que no cumple con los estándares de calidad para exportación siendo una variedad poca apreciada en el mercado internacional, su producción es a finales de noviembre a diferencia de las demás variedades que llegan al mercado a inicios del mes de octubre, teniendo además un volumen bajo de producción que solo abastece para la comercialización en el mercado local. creando así un snack de mango deshidratado con color, forma y sabor agradable que puede ser comercializado durante el resto del año, ya que la temporada de comercialización del mango fresco en nuestro país va desde el mes de octubre hasta el mes de enero, además contribuyendo así a futuras investigaciones que tengan como fin desarrollo sostenible para los agricultores.

Siendo los objetivos : Determinar la cinética de los agentes edulcorantes que influyen como factor osmodeshidratante mediante la disminución de °Brix y la pérdida de peso, los mismos que serán evaluados durante una sumersión de 24 horas; evaluar la ganancia de Solidos Solubles influenciados por los edulcorantes como factor osmodeshidratante, identificar la aceptabilidad de los productos elaborados utilizando los cuatro agentes edulcorantes, estimar la vida útil de los productos mediante análisis microbiológicos y dacular la relación costo-beneficio del producto final.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Manejo postosecha

El manejo postcosecha está constituido por el conjunto de operaciones y procedimientos tecnológicos que se realizan entre la producción y el consumo (o utilización industrial) de los productos agrícolas para proteger su integridad y preservar la calidad. Dentro de este concepto se incluyen las denominadas operaciones básicas de acondicionamiento, tales como selección, clasificación, higienización, secado, empaque y almacenamiento, mediante las cuales se le da al producto las características requeridas según las exigencias del mercado (Galvis, y otros, 1996 pág. 38)

1.2 Deshidratación

Deshidratación o el desecado es una de las técnicas más utilizadas para la conservación de alimentos a través de la historia. Muy antiguamente, se secaban al sol alimentos como frutas, granos, vegetales, carnes y pescados, mediante prueba y error, para tener alimentos en épocas de escasez. Comercialmente esta técnica, que convierte alimentos frescos en deshidratados, añade valor agregado a la materia prima utilizada, bajan los costos de transporte, distribución y almacenaje por la reducción de peso y volumen del producto que produce. Asimismo, la deshidratación es el método más barato y especialmente apto para comunidades que no posean otras posibilidades de conservación (como freezers, etc.) (Michelis, y otros, 2015 pág. 4).

Consiste en eliminar al máximo el agua que contiene el alimento, bien de una forma natural o bien por la acción de la mano del hombre en la que se ejecuta la transformación por desecación simple al sol o por medio de una corriente a gran velocidad de aire caliente (Tandalla, 2018 pág. 18).

1.2.1 Tipos de deshidratación

1.2.1.1 Deshidratado con aire caliente

Para llevar a cabo esta técnica es necesario contar con una deshidratadora que se use como fuente de energía (gas LP, petróleo, electricidad, etcétera) para calentar el aire y disminuir su humedad relativa; posteriormente se hace pasar por las tajadas de mango con la ayuda de ventiladores. La diferencia de temperatura entre el aire caliente y las tajadas de mango, es la que permite la

transformación del agua libre contenida en éstas en vapor de agua, y así es extraída por evaporación (Valadez, y otros, 2010 pág. 9), ver figura 1-1.



Figura 1-1: Deshidratadora de gas LP

1.2.1.2 Deshidratado al aire libre

Tradicionalmente se seca mango sin ningún equipamiento especial. Se colocan sobre una manta, lona o tablas de madera, o se cuelgan por un hilo al aire libre exponiéndolo a la acción directa de los rayos solares de tal manera que recibe calor y aireación para evaporar el agua; con esta técnica la desventaja es que normalmente el producto final va a ser de baja calidad debido al poco control de higiene y los efectos del clima y de la contaminación (Valadez, y otros, 2010 pág. 9).

1.2.1.3 Deshidratación solar

En el secador solar los rayos luminosos del sol son transformados en calor a través del efecto invernadero en un llamado colector solar que tiene una superficie metálica oscura generalmente orientada hacia la dirección del Sol, el calor producido de esta manera es transferido al aire, que está en contacto con dicha superficie, además de una cobertura transparente (vidrio o plástico), que deja pasar la radiación luminosa y que evita el escape del aire caliente. El proceso de secado se produce por la acción del aire caliente y seco, que pasa por las tajadas de mango, ubicados generalmente en bandejas en el interior del secadero. De esta forma la humedad contenida en las tajadas se evapora a la superficie de las mismas y pasa en forma de vapor al aire que las rodea (Valadez, y otros, 2010 pág. 9).

1.2.1.4 Deshidratado osmótico

Consiste en sumergir las tajadas de mango en una solución azucarada (agua con azúcar al 70 por ciento), de esta forma el agua que se encuentra en el interior de la fruta sale y se disuelve en la solución, perdiendo así las tajadas de mango hasta 40 por ciento de su peso. Posteriormente esta técnica se complementa con la deshidratación con aire caliente o solar (Valadez, y otros, 2010 pág. 9).

1.2.1.5 Deshidratado por Liofilización

En la liofilización, se congela el agua del producto y a esa baja temperatura que impide cambios químicos de deterioro, se le somete a un alto vacío (por debajo del punto triple) lo que permite el paso del agua en estado sólido al estado gaseoso, sin pasar por el estado líquido (sublimación). Esta es una forma de secar un producto a bajas temperaturas, sin el deterioro que produciría el recalentamiento (Jara, 2013 pág. 8)

1.3 Deshidratación osmótica

La Deshidratación Osmótica (DO) consiste en sumergir un producto alimenticio en una solución con una alta presión osmótica, originando el flujo de agua desde el interior del producto, para igualar los potenciales químicos del agua en ambos lados de las membranas de las células del vegetal. Estas son semipermeables y permiten el paso del agua y muy poco el de soluto, produciéndose como efecto neto, la pérdida de agua por parte del producto (Montoya, y otros, 1999 pág. 1).

No obstante, la reducción de la actividad acuosa (a_w) al final de la DO no es suficiente para impedir la proliferación microbológica. Este es el aspecto que marca la necesidad de sumar una etapa posterior de secado para complementar a la DO (y alcanzar aquella a_w que impida el desarrollo de microorganismos) y que, en consecuencia, define a la DO como pretratamiento de un proceso (combinado) de preservación (Wais, 2011 pág. 1).

En el proceso de deshidratación osmótica hay tres flujos continuos de masa: ver figura 2-1.

1. Un flujo de salida de agua desde el alimento hacia la solución.
2. Un flujo de soluto desde la solución hacia el alimento.
3. Una lixiviación de solutos propios del alimento (azúcares, ácidos orgánicos, vitaminas, minerales).



Figura 2-1: Esquema de la transferencia de masa.

Fuente: (Wais, 2011)

1.3.1 Fenómeno de osmosis

La ósmosis es el desplazamiento de moléculas de solvente a través de una membrana semipermeable desde una región de concentración de soluto más baja (hipotónica) hacia otra de concentración más alta (hipertónica) del mismo soluto, por acción de las diferencias de presión osmótica que poseen estas soluciones. El proceso finaliza cuando se igualan las presiones osmóticas. La deshidratación osmótica de alimentos consiste en la aplicación de éste fenómeno ya que, como se mencionó antes, los alimentos contienen gran cantidad de agua y de sustancias disueltas en el interior de las células que conforman los distintos tejidos. La membrana celular actúa como membrana semipermeable, el contenido intracelular como solución hipotónica y como solución hipertónica se utiliza una preparada con altas concentraciones de soluto en función del producto a tratar, generalmente se utiliza sacarosa para frutas y cloruro de sodio para carnes y vegetales, o mezclas de estos; también pueden utilizarse alcoholes de alto peso molecular. En dicha solución concentrada se sumergen los alimentos ya sea enteros o trozados (Parzanese, 2010 pág. 3).

1.3.2 Factores que influyen sobre la velocidad de deshidratación.

En los productos deshidratados osmóticamente la mayor resistencia a la transferencia de masa se localiza en la membrana celular semipermeable la cual depende de las características y morfología de los productos; y a través de la cual es posible la transferencia de agua, sales, y azúcares naturales (glucosa y fructosa). Las variables de proceso, que son:

1.3.2.1 Temperatura de la solución osmótica

La temperatura produce cambios en el proceso de DO debido a los efectos que tiene sobre la difusión de agua del producto hacia la solución y sobre la permeabilidad de las membranas celulares. Para la mayoría de las especies vegetales el rango de temperatura al cual las membranas de las células se modifican es entre los 50° C y 55° C aproximadamente (Parzanese, 2012 pág. 6).

1.3.2.2 Presión de operación

Cuando se lleva a cabo la Deshidratación Osmótica a Vacío (DOV) se favorece el proceso de transferencia de agua ya que permite retirar los gases ocluidos en espacios intracelulares y ser ocupados por la solución osmótica, incrementando el área disponible para la transferencia de masa. Por otro lado la aplicación de vacío al proceso de DO no afecta la ganancia de solutos por parte del alimento (Parzanese, 2012 pág. 6).

1.3.2.3 Agitación de la solución osmótica

Una mejora del proceso de DO puede lograrse mediante la agitación de la solución ya que permite homogeneizar la temperatura y la concentración de soluto. (Parzanese, 2012 pág. 6).

1.3.2.4 Concentración de la solución osmótica

Cuanto mayor sea la concentración de soluto de la solución osmótica mayor será la diferencia de presión osmótica entre ésta y el producto, lo cual aumentará la velocidad de salida de agua del producto. Sin embargo debe tenerse en cuenta que concentraciones muy altas de soluto pueden causar que se forme una capa de este sobre la superficie de las frutas lo que dificultaría la pérdida de agua. Por lo tanto es muy importante realizar ensayos previos para determinar cuál es la concentración más adecuada para cada producto (Parzanese, 2012 pág. 7).

1.3.2.5 Tipo de soluto

La elección del soluto depende del tipo de producto a tratar, del costo del soluto y la calidad final deseada. Como ya se mencionó el soluto más difundido para la deshidratación osmótica de frutas es la sacarosa, aunque en muchos casos se utiliza mezclas de sacarosa con mínimas proporciones de cloruro de sodio (sal). La aplicación de esta mezcla presenta ventajas respecto a la utilización de cada uno por separado, ya que la deshidratación es mayor y la penetración de solutos es menor. Esto se debe a que la sacarosa forma una barrera sobre la superficie de la fruta que evita la penetración de la sal, pero a su vez la presencia de sal en la solución mantiene una baja actividad de agua lo cual produce una continua pérdida de agua y una baja ganancia de solutos (Parzanese, 2012 pág. 7).

1.3.2.6 Propiedades del soluto

Las propiedades fisicoquímicas del soluto elegido son una variable determinante en la transferencia de masa durante la DO. Si se utilizan solutos de peso molecular alto se favorece la pérdida de agua, mientras que si se eligen solutos cuyo peso molecular es bajo la impregnación de soluto al alimento será mayor ya que las moléculas de éste pueden pasar más fácilmente hacia el interior del tejido celular (Parzanese, 2012 pág. 7).

1.3.2.7 Geometría y tamaño del producto

Dependiendo del tipo de geometría y tamaño que presente el producto variará la superficie por unidad de volumen expuesta a la acción de la solución osmótica. Diferentes estudios demostraron que si se tienen productos de menor tamaño (la superficie por unidad de volumen aumenta) se eleva la pérdida de agua, por el contrario si se tienen trozos de fruta, u otro alimento, de tamaño

superiores (la superficie por unidad de volumen disminuye) la pérdida de agua es menor (Parzanese, 2012 pág. 7).

1.3.2.8 Relación masa de solución/ masa del producto

Cuanto mayor sea la relación masa de solución sobre la masa de producto a tratar (es decir cuanto mayor sea la cantidad de jarabe respecto a la cantidad de fruta) mayor será la pérdida de agua y la ganancia de solutos (Parzanese, 2012 pág. 7).

1.4 Mango

El género *Mangifera* está formado por árboles de hojas simples, de flores pequeñas en panícula, con cáliz y corola pentámeros y cinco estambres. El mango es un árbol de sombra densa, foliación perene y crecimiento medio. Su tronco recto, cuyo diámetro puede llegar a 75 - 100 cm, alcanza alturas que van de los 10 a 30 m de altura (Díaz, y otros, 2003).

El fruto del mango es una drupa, la cual consiste de una cáscara externa o exocarpo, una porción carnosa comestible o mesocarpo y una cartilaginosa o endocarpo (semilla) que envuelve a una única semilla. Las fibras que están pegadas al endocarpio se prolongan hasta la pulpa, y varían en número, desde unas pocas hasta muchas y en características, desde finas hasta largas y ásperas. El fruto del mango es bastante variado en tamaño, forma, color y otras características. El tamaño varía desde 5-25 cm o más en longitud y en cuanto al peso desde 0,2-2,3 kg (Díaz, y otros, 2003), ver tabla 1-1.

Tabla 1-1: Clasificación científica del mango

Tipo	Nombre:
Reino :	Plantae
División :	Angiospermaea
Clase :	Dicotiledónea
Sub-clase:	Archyclamydeae
Orden :	Sapindales
Sub-orden:	Anacardineae
Familia:	Anacardiaceae
Género:	<i>Mangifera</i>
Especie:	<i>Mangifera indica</i> haden

Fuente: Sergent, E. 1999

Realizado por: Caguas, Jairon, 2020

El género *Mangifera* está formado por árboles de hojas simples, de flores pequeñas en panícula, con cáliz y corola pentámeros y cinco estambres. El mango es un árbol de sombra densa, foliación perene y crecimiento medio. Su tronco recto, cuyo diámetro puede llegar a 75 - 100 cm, alcanza

alturas que van de los 10 a 30 m de altura. El fruto es de una sola semilla (monospermo) con un mesocarpo carnoso y fibroso que rodea al endocarpo (semilla), los mangos poliembriónicos se utilizan como patrones. Posee un mesocarpo comestible de diferente grosor según los cultivares y las condiciones de cultivo Su peso varía desde 150 g hasta 2 Kg., su forma también es variable, pero generalmente es ovoide-oblonga, notoriamente aplanada, redondeada u obtusa a ambos extremos, de 4-25 cm de largo y 1.5-10 cm de grosor. El color puede estar entre verde, amarillo y diferentes tonalidades de rosa, rojo y violeta. La cáscara es gruesa, frecuentemente con lenticelas blancas prominentes; la carne es de color amarillo o anaranjado, y es jugosa (Medrano, y otros, 2016 pág. 1).

1.4.1 Características químicas, fisicoquímicas y propiedades tecnológicas

Desde el punto de vista nutricional, el mango es una rica fuente de carbohidratos, vitaminas y antioxidantes. En promedio, 100 gr de pulpa de mango aportan un 47% del requerimiento diario para un adulto de vitamina C, un 25% del requerimiento diario de vitamina A y un 13% de vitamina E. En cuanto a las propiedades biofuncionales, el mango es rico en antioxidantes diversos, entre los que destacan la mangiferina y lupeol (Medrano, y otros, 2016 pág. 10).

Si bien existe variación en la composición nutrimental y las características fisicoquímicas del mango, en función de las variedades, las condiciones de almacenamiento, el estado de madurez, las condiciones y lugar de cultivo, en promedio la composición del mango presenta valores del orden que se presenta en la tabla 2-1.

Tabla 2-1: Composición Nutrimental Promedio del Mango Valores por cada 100 gr de pulpa de mango maduro.

Componentes	Fuente: Tharanathan y col., 2006	Fuente: USDA National Nutrient data base
Calorías	62.1 – 63.7 K cal	70 K cal
Humedad	78.9 – 82.8 gr	No reportado
Proteína	0.36 – 0.40 gr	0.5 gr
Grasa	0.30 – 0.53 gr	0.27 gr
Carbohidratos	16.20 – 17.18 gr	17 gr
Fibra	0.85 – 1.06 gr	1.8 gr
Cenizas	0.34 – 0.52 gr	No reportado
Calcio	6.1 – 12.8 mg	10 mg
Fósforo	5.5 - 17.9 mg	No reportado
Hierro	0.20 – 0.63 mg	0.13 mg
Vitamina A (caroteno)	0.135 – 1.872 mg	765 UI
Ácido Ascórbico	3 – 6 mg	27.7 mg

Realizado por: Caguas, Jairon, 2020

Además de las propiedades nutricionales, los componentes y propiedades fisicoquímicas del mango, le confieren propiedades tecnológicas que le permiten desempeñarse como materia prima principal o como ingrediente. Su contenido en almidón, pectina y fibra, aportar textura a los productos preparados con mango, sus pigmentos confieren color, su contenido en ácidos y antioxidantes, por un lado dan estabilidad química y de algún modo constituyen una barrera relativa contra el crecimiento de microorganismos. La combinación de pigmentos, ácidos, azúcares, y compuestos volátiles, son responsables del color, sabor y aroma característicos del mango, atributos que son determinantes en la preferencia y aceptación de los productos a base de mango por parte del consumidor (Medrano, y otros, 2016 pág. 12).

1.4.2 Variedades

Las principales variedades: Criollo, Diplomatico, Manila, Haden, Kent, Keitt, Tommy Atkins y Ataulfo. A continuación, se presenta una breve descripción de cada una de estas variedades:

1.4.2.1 Criollo

Al madurar la fruta es de color amarillo con la base rojiza, la pulpa es dulce y de color amarillo, la semilla es grande y su contenido de fibra es de medio a bajo. A este tipo de mango también se le conoce como mango corriente (Sahagún, 2016 pág. 6), ver figura 3-1.



Figura 3-1: Variedad Criollo

Fuente: (Sahagún, 2016)

1.4.2.2 Diplomático

La fruta es de tamaño mediano con un peso que varía de 170 a 300 gramos; al madurar es de color amarillo rojizo y con mayor intensidad de color en la base, es dulce y contiene mucha fibra; la semilla ocupa del 11 al 13% del peso total del fruto (Villanueva, 2016 pág. 6), ver figura 4-1.



Figura 4-1: Variedad Diplomático

Fuente: (Villanueva, 2016)

1.4.2.3 Manila

La fruta madura es de color amarillo, con cáscara delgada, pulpa amarilla, firme y dulce, es de excelente sabor, su contenido de fibra es de medio a bajo y la semilla representa el 12 por ciento del peso del fruto. Su vida de anaquel es muy corta y el manejo de calidad muy delicado (Sahagún, 2016 pág. 6), ver figura 5-1.



Figura 5-1: Variedad Manila

Fuente: (Sahagún, 2016)

1.4.2.4 Haden

El fruto es de forma oval y base redonda, de 10.5 a 14.0 centímetros de largo, con un peso que varía de 270 a 430 gramos con una media de 311 gramos; madura en color amarillo y rojo carmín en la base expuesta al sol, lo cual le da una apariencia muy atractiva; su contenido de fibra es regular y de sabor dulce, la semilla representa del 9 al 10 por ciento del peso de la fruta; se cosecha a fines de mayo y junio (Villanueva, 2016 pág. 7), ver figura 6-1.



Figura 6-1: Variedad Haden

Fuente: (Villanueva, 2016)

1.4.2.5 Kent

El fruto es de forma oval y base redonda, de 11 a 13 centímetros de largo, su peso oscila de 480 a 650 gramos con una media de 520 gramos; madura en color rojo y amarillo, contiene poca fibra y es sabor dulce, la semilla representa del 9.4 al 10.3 por ciento del peso del fruto, se cosecha en julio y principios de agosto (Sahagún, 2016 pág. 7), ver figura 7-1.



Figura 7-1: Variedad Kent

Fuente: (Sahagún, 2016)

1.4.2.6 Keitt

El fruto es de forma oval y base redonda, de 13 a 15 centímetros de largo, su peso oscila de 480 a 820 gramos con una media de 510 gramos; madura en color amarillo con rosa claro en la base del fruto, contiene muy poca fibra y es de sabor dulce, la semilla representa del 10.0 al 10.5 por ciento del peso de la fruta, se cosecha en julio y principios de agosto (Villanueva, 2016 pág. 7), ver figura 8-1.



Figura 8-1: Variedad Keitt

Fuente: (Villanueva, 2016)

1.4.2.7 Tommy Atkins

El fruto es de forma oval a oblonga, base redonda, de 12.0 a 14.5 centímetros de largo, su peso oscila de 250 a 550 gramos con una media de 390 gramos; madura en color amarillo naranja con chapeo rojo a rojo oscuro en la base; su piel es gruesa, pulpa firme, jugosa con poca fibra y de color amarillo; la semilla representa del 12.5 al 13.5 por ciento del peso de la fruta, se cosecha en junio (Sahagún, 2016 pág. 7), ver figura 9-1.



Figura 9-1: Variedad Manila

Fuente: (Sahagún, 2016)

1.4.2.8 Ataulfo

Esté mango presenta una forma alargada, de 12.5 a 14 centímetros de largo, su peso varía de 180 a 260 gramos; madura en color amarillo, su piel es delgada; la pulpa es firme, jugosa con muy poca fibra y de sabor ácido; la semilla es muy pequeña, se cosecha de febrero a abril (Villanueva, 2016 pág. 7), ver figura 10-1.



Figura 10-1: Variedad Ataulfo

Fuente: (Villanueva, 2016)

1.4.3 Derivados de mango

1.4.3.1 Mango en almíbar

Se entiende por Rebanadas de Mango en Almíbar, al producto alimenticio preparado con pulpa de mangos (Anacardeaceas, en sus variedades propias para al proceso) maduros, sanos, frescos, limpios, pelados y rebanados, empleando jarabe como medio líquido, adicionados o no de ingredientes opcionales (véase 5.6) y aditivos permitidos, envasadas en recipientes sanitarios herméticamente cerrados y procesados térmicamente para asegurar su conservación (NMX-F-104, 1981 pág. 2).

1.4.3.2 Mermelada de mango

En general, se entiende por mermelada el producto alimenticio obtenido por la cocción y concentración del jugo y de pulpa de frutas (en éste caso mango) sanas, limpias y con el grado de madurez adecuado, ya sean frescas o conservadas, libres de partículas de la cáscara, adicionada de edulcorantes nutritivos, agua y con o sin ingredientes opcionales y aditivos permitidos (tales como pectina, acidulantes, conservadores, colorantes y saborizantes) envasada en recipientes herméticamente cerrados y procesados térmicamente para asegurar su conservación (Medrano, y otros, 2016 pág. 53).

1.4.3.3 Mango deshidratado

La elaboración de éste producto consistió en deshidratar rebanadas de mangos obtenidas a partir de frutos maduros, sanos, frescos, limpios, pelados y rebanados, que se envasaron en bolsas de un material adecuado que les brindó protección durante el almacenamiento (Medrano, y otros, 2016 pág. 56).

1.4.3.4 Ate de mango

El ate de mango, o “jalea” de mango, es el producto de consistencia gelatinosa que se obtiene por la cocción y concentración de jugo de mango, adicionado o no de ingredientes tales como edulcorantes, pectina, acidulantes, antioxidantes y conservador. No existen normas mexicanas específicas para ate o jalea de mango; sin embargo, las hay para jalea de guayaba y jalea de membrillo. En ellas se menciona que esos productos deben ser elaborados en condiciones sanitarias apropiadas con jugo de frutas sanas, frescas, convenientemente lavadas y prácticamente libres de residuos (tales como corteza, semillas y sedimento) así como de restos de plaguicidas u otras eventualmente nocivas de acuerdo con las tolerancias permitidas por la Secretaría de Salud (Villanueva, 2016 pág. 62).

1.4.3.5 Néctar de mango

El Néctar de Mango es el producto alimenticio, líquido, pulposo, elaborado con el jugo y pulpa de mangos (*Mangifera indica*) maduros, sanos, limpios, lavados, finamente divididos y tamizados, concentrados o no, congelados o no, adicionados de agua, edulcorantes nutritivos y aditivos alimentarios permitidos, envasado en recipientes herméticamente cerrados y sometido a un proceso térmico que asegure su conservación (NMX-F-057-S., 1980 pág. 2).

1.4.3.6 Chutney de mango

El chutney es una especie de mermelada o salsa que se caracteriza por su sabor agridulce y picante. Es utilizado como acompañamiento de arroz o papas, como aderezo de ensaladas o bien como guarnición de carnes frías o cocidas, ya sean rojas o blancas. Éste producto es originario de la India (aunque allí lo preparan en crudo), sin embargo lo popularizaron los ingleses, que lo preparan con frutas y especias cocinadas y combinadas con azúcar y vinagre (Sahagún, 2016 pág. 72).

1.4.3.7 Mango en vinagre

El mango en vinagre (o mango en conserva con vinagre) se elabora con frutos sanos, frescos, limpios, pelados, rebanados, envasados en frascos con vinagre, azúcar y especias (Medrano, y otros, 2016 pág. 75).

1.4.3.8 Salsa de mango

Por salsa picante de mango se entiende el producto preparado con frutas en buen estado, lavadas y limpias de *Mangifera indica* L., que han sido peladas y cortadas en rebanadas, picadas, desmenuzadas o pulverizadas, y luego tratadas térmicamente con ingredientes básicos antes o

después de ser encerradas herméticamente en recipientes a fin de evitar su deterioro. (CODEX STAN 160 pág. 2)

1.4.3.9 Mango en polvo

Una alternativa más para la industrialización del mango es el secado por atomización o aspersión; en este caso, se obtienen partículas finas de pulpa deshidratada que conserven su color, olor y sabor naturales. El mango en polvo puede utilizarse para la formulación de bebidas instantáneas, repostería y confitados, principalmente. El producto líquido o semilíquido se introduce en una cámara de desecación que forma una fina lluvia, un spray (rocío) entrando en íntimo contacto con una corriente de aire caliente (sobre los 200 °C), lo que permite una desecación muy rápida (1 a 10 segundos) obteniéndose un polvo seco en forma de pequeñas partículas (10 a 200 μ), que pueden presentarse como polvo, gránulos o aglomerados; la forma depende de las propiedades físicas y químicas del producto húmedo y del diseño y operación del secador (Medrano, y otros, 2016 pág. 85).

1.5 Agentes osmóticos utilizados en el estudio

1.5.1 Miel

Sustancia dulce natural producida por abejas a partir del néctar de las flores o de secreciones de partes vivas de las plantas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de las mismas y que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, y depositan, deshidratan, almacenan y dejan en el panal para que madure (INEN 1572, 2016 pág. 2).

1.5.1.1 Propiedades fisicoquímicas de la miel

La miel varía en su composición dependiendo de la fuente del néctar, las prácticas de apicultura, el clima y las condiciones ambientales. Los carbohidratos. Constituyen el principal componente de la miel. Dentro de los carbohidratos los principales azúcares son los monosacáridos fructosa y glucosa. Estos azúcares simples representan el 85% de sus sólidos, ya que la miel es esencialmente una solución altamente concentrada de azúcares en agua. Los otros sólidos de la miel incluyen al menos otros 25 azúcares complejos, pero algunos de ellos están presentes en niveles muy bajos y todos están formados por la unión de la fructosa y glucosa en diferentes combinaciones (Ulloa, 2010 págs. 12-13).

1.5.2 Miel de caña

De aspecto oscuro y textura espesa, la miel de caña es un jarabe derivado de la especie vegetal (*Saccharum officinarum*) a la que debe su nombre. Para el paladar acostumbrado a las mieles

tradicionales, la de Caña está llamada a cautivar sus sentidos, pues ofrece un sabor cercano al del regaliz, aunque ligeramente amargo, lo que no ha impedido que sea un ingrediente estrella en la repostería y la industria de bebidas y refrescos. Aunque tradicionalmente se ha utilizado como sustituto natural del azúcar, recientes investigaciones de la Universidad Politécnica de Valencia señalaron que los beneficios de la Miel de Caña eran mayores que los proporcionados por la sacarosa y sus derivados industriales (Miel, 2019 pág. 1).

1.5.2.1 Propiedades de la miel de caña

Numerosas vitaminas, minerales e hidratos de carbono dan forma a las propiedades de la miel de caña. Estos últimos hacen de esta variedad apícola una de las más energéticas, pues los carbohidratos son los responsables de aumentar nuestras reservas de energía. Asimismo, aporta manganeso, magnesio, potasio y un altísimo contenido en calcio, que ayuda a mantener los huesos en óptimas condiciones. No menos importante es la presencia de cobre entre sus componentes, que incentiva la producción de melanina en nuestra piel, especialmente en verano cuando ayuda a la fijación de color (Miel, 2019 pág. 1).

1.5.3 Glucosa

La glucosa líquida o jarabe de glucosa es un líquido viscoso derivado de la glucosa. Esta es un monosacárido o una forma de azúcar que se encuentra en las frutas y en la miel. La glucosa líquida es una mezcla de maltosa, dextrinas y dextrosa, soluble en glicerina y agua, también es ligeramente soluble en alcohol. El proceso por el cual se obtiene la glucosa líquida se llama hidrólisis enzimática. Este proceso se lleva a cabo mediante la reacción de una sustancia, comúnmente sal, y el agua. Esta es una reacción ácido – base y para el caso de la hidrólisis enzimática se realiza mediante un grupo enzimático llamado hidrolasa. Lo que hacen estas enzimas es romper los enlaces por agua (Quiminet, 2011 pág. 1).

El jarabe de glucosa es sumamente espeso, con una consistencia parecida a la de la miel, es incoloro y cristalino. Algunos de los productos de los que se puede obtener la glucosa líquida son:

1. Maíz
2. Trigo
3. Papa o patata

A estos productos se les puede realizar la hidrólisis de forma parcial o total para obtener distintos productos, entre ellos la glucosa líquida o jarabe de glucosa. Su función básica en la industria alimenticia es la de potenciar el sabor y endulzar al producto al que sea aplicado y, a diferencia del azúcar común, sólo proporciona un grado de dulzor del 40% (Quiminet, 2011 pág. 1).

1.5.4 Jarabe invertido

El jarabe invertido o jarabe de azúcar invertido, es una mezcla de glucosa y fructosa en proporciones similares. El jarabe invertido tiene un aspecto viscoso de color dorado y se obtiene de la hidrólisis de la sacarosa (disacárido formado por la unión de fructosa y glucosa). La hidrólisis de la sacarosa a glucosa y fructosa, se puede inducir por un simple calentamiento de la solución de sacarosa, aunque para acelerar la reacción normalmente se le añaden como catalizadores enzimas hidrolasas. Además el proceso de inversión también se puede acelerar por la acción de ácidos, por ello se le suele añadir ácido cítrico, ascórbico o tartárico (NutriTienda, 2010 pág. 1).

Comparado con la sacarosa, el jarabe invertido tiene mayor poder edulcorante, debido a que la fructosa libre es más dulce que la sacarosa. Estas características hacen del jarabe invertido un ingrediente ideal para endulzar alimentos y bebidas, ya que con menos cantidad se puede producir el mismo efecto, y de paso se reduce la cantidad de hidratos de carbono de los productos. Además el azúcar invertido es menos propenso a la cristalización lo que permite obtener alimentos con una textura muy agradable (NutriTienda, 2010 pág. 1)

CAPÍTULO II

2 MARCO METODOLÓGICO

2.1 Localización y duración del experimento

2.1.1 Localización del experimento

El presente trabajo experimental se llevó a cabo en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, en los laboratorios de procesamiento de alimentos, microbiología de los alimentos y bromatología y nutrición animal ubicada en la Av. Panamericana Sur km 1 1/2 en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador.

La investigación tuvo una duración de 180 días, de los cuales, durante los primeros 60 días se realizó el trabajo experimental, durante los 120 días restantes se realizó la revisión bibliográfica, los respectivos análisis del producto obtenido y la redacción del documento final.

2.2 Unidades experimentales

En la presente investigación se utilizó 750gr de fruta y 1200 gr distribuidos en 4 agentes edulcorantes más un tratamiento control, con 50 gr de fruta y 100 gr de edulcorante para cada tratamiento con 3 repeticiones.

A continuación, en la tabla 1-2 se muestran las unidades experimentales utilizadas en esta investigación:

Tabla 3-2: Unidades experimentales.

Nº	Unidades experimentales
1	mango (<i>Mangifera indica Haden</i>)
2	Edulcorantes
3	Producto final

Realizado por: Caguas, Jairon, 2020

2.3 Materiales, equipos e instalaciones

2.3.1 Materiales de laboratorio

- Ollas y tapas de acero inoxidable

- Cernidores plásticos
- Cucharas
- Empaques plásticos
- Agua destilada
- Placas Petri film
- Agua destilada
- Cuchillos
- Crisoles
- Toallas absorbentes
- Papel aluminio
- Tubos de ensayo
- Probetas
- Pipetas
- Propipeta automática

2.3.2 *Materia Prima e Insumos*

- Miel de abeja
- Miel de Caña
- Jarabe Invertido
- Glucosa
- Mango
- Hidróxido de sodio
- Fenolftaleína

2.3.3 *Equipos*

- Deshidratador comercial
- Desecador de Laboratorio
- Contador de colonias
- pH-metro
- Estufa
- Acidímetro
- Refractómetro digital
- Balanza analítica
- Balanza digital
- Mufla

2.3.4 *Instalaciones*

- Laboratorio de alimentos
- Laboratorio de bromatología y nutrición animal

- Laboratorio de microbiología de los alimentos

2.4 Tratamientos y diseño experimental

El presente trabajo busca evaluar el poder osmodeshidratante de 4 agentes edulcorantes (miel de abejas, miel de caña, glucosa y jarabe invertido), los mismos que serán modelados bajo dos diseños, el primero en arreglo bi-factorial donde el factor A corresponde a los agentes edulcorantes y el factor B a las horas de medición (8, 10, 12, 14, 16 y 24) y el segundo un diseño simple, utilizando tres repeticiones por tratamiento y una unidad experimental de 100 gr, siendo los modelos lineales aditivos los que se expresan en las siguientes ecuaciones:

Bi-factorial

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + (TB)_{ij} + u_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación

μ = Media global

A_i = Efecto de los agentes edulcorantes

B_j = Efecto de los horarios

$(TB)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre los agentes edulcorantes y las horas.

u_{ij} = Efecto del error experimental.

Simple

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación.

μ = Media por observación.

α_i = Efecto de los tratamientos.

ϵ_{ij} = Error experimental.

A continuación se presenta en las tablas 4-2 y 4-3 los esquemas del experimento que se llevó a cabo en la investigación.

Tabla 4-2: Esquema del experimento (Simple)

EDULCORANTES	REPETICIONES	TUE	TOTAL
T0	3	0	0
T0	3	0	0
T0	3	0	0
T0	3	0	0
T0	3	0	0
T0	3	0	0
T1	3	100	300
T1	3	100	300
T1	3	100	300
T1	3	100	300
T1	3	100	300
T1	3	100	300
T1	3	100	300
T2	3	100	300
T2	3	100	300
T2	3	100	300
T2	3	100	300
T2	3	100	300
T2	3	100	300
T3	3	100	300
T3	3	100	300
T3	3	100	300
T3	3	100	300
T3	3	100	300
T3	3	100	300
T4	3	100	300
T4	3	100	300
T4	3	100	300
T4	3	100	300
T4	3	100	300
T4	3	100	300

T.U.E: Tamaño de la unidad experimental

Realizado por: Caguas, Jairon, 2020

Tabla 5-2: Esquema del experimento (Bi-factorial)

TRATAMIENTOS		REPETICIONES	TUE(gr)	TOTAL
EDULCORANTES	HORAS			gr/T
T0	8	3	0	0
T0	10	3	0	0
T0	12	3	0	0
T0	14	3	0	0
T0	16	3	0	0
T0	24	3	0	0
T1	8	3	100	300
T1	10	3	100	300
T1	12	3	100	300
T1	14	3	100	300
T1	16	3	100	300
T1	24	3	100	300
T2	8	3	100	300
T2	10	3	100	300
T2	12	3	100	300
T2	14	3	100	300
T2	16	3	100	300
T2	24	3	100	300
T3	8	3	100	300
T3	10	3	100	300
T3	12	3	100	300
T3	14	3	100	300
T3	16	3	100	300
T3	24	3	100	300
T4	8	3	100	300
T4	10	3	100	300
T4	12	3	100	300
T4	14	3	100	300
T4	16	3	100	300
T4	24	3	100	300

T.U.E: Tamaño de la unidad experimental

Realizado por: Caguas, Jairon, 2020

2.5 Mediciones experimentales

Las mediciones experimentales que se consideraron en el estudio fueron las siguientes:

2.5.1 *En la materia prima*

Mango y Edulcorantes

- Mango

Se evaluó las características físicas, químicas y calidad microbiológica

2.5.1.1 Características físicas

- Pérdida de peso (gr)

2.5.1.2 Características químicas

- pH
- Sólidos solubles (°Brix)
- Acidez (%)

2.5.1.3 Calidad microbiológica

- Mohos
- Levaduras
- Salmonella y
- Escherichia coli

- Edulcorantes

Se evaluó las características físicas y calidad microbiológica

Características físicas

- Ganancia de peso (gr)

Calidad microbiológica

- Mohos
- Levaduras
- Salmonella
- Escherichia coli

2.5.2 En el producto final

Se evaluó las propiedades físicas, características químicas y calidad microbiológica.

2.5.2.1 Propiedades físicas

- Aceptabilidad (1-5)

2.5.2.2 Características químicas

- Humedad
- Cenizas
- Materia seca

2.5.2.3 Calidad microbiológica

- Mohos
- Levaduras
- Salmonella
- Escherichia coli.

2.6 Análisis estadísticos y pruebas de significancia

Los resultados obtenidos fueron sometidos a las siguientes pruebas estadísticas:

- Análisis de Varianza para las diferencias ADEVA.
- Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey al nivel de $P \leq 0,05$.

El esquema de los análisis de varianza que se utilizaron para el desarrollo del presente experimento se detalla en las tablas 6-2 y 7-2.

Tabla 6-2: Esquema del ADEVA (Diseño simple)

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	14
Tratamientos	4
Error	10

Realizado por: Caguas, Jairon, 2020

Tabla 7-2: Esquema del ADEVA (Diseño Bi-factorial)

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	89
Factor A (Agentes edulcorantes)	4
Factor B (Horas)	5
AxB	20
Error experimental	60

Realizado por: Caguas, Jairon, 2020

2.7 Procedimiento experimental

La presente investigación se desarrolló en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, panamericana Km1 ½ y se utilizaron los laboratorios de la Facultad de Ciencias Pecuarias, como los laboratorios de Microbiología de los Alimentos, Nutrición y Bromatología animal además de la unidad Académica de Investigación de Alimentos para la elaboración de mango osmodeshidratado usando cuatro agentes edulcorantes realizando las mediciones cada 2 hora hasta las 24 horas.

2.7.1 Etapa pre-experimental.

Se adquirió las materias primas, insumos y equipos con los que se llevó a cabo el estudio además de todos los materiales que se utilizaron en cada uno de los laboratorios.

Los frutos de mango fresco (*Mangifera indica*) fueron seleccionados, retirando los que presenten daños físicos, químicos o biológicos escogiendo productos con un grado de calidad de primera.

2.7.2 Fase de elaboración del deshidratado osmótico

Para la elaboración del mango osmodeshidratado con cuatro agentes edulcorantes se adquirió primero las materias primas, insumos y materiales necesarios para la investigación.

Posteriormente se utilizó las formulaciones que se representan a continuación en la tabla 8-2:

Tabla 8-2: Materia prima para la elaboración de un deshidratado osmótico de mango (*Mangifera indica* Haden) utilizando 4 agentes edulcorantes

Ingredientes	Unidad	TRATAMIENTOS				
		T0	T1	T2	T3	T4
		Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
Miel de abeja	gr	0	100	0	0	0
Miel de caña	gr	0	0	100	0	0
Glucosa	gr	0	0	0	100	0
Jarabe invertido	gr	0	0	0	0	100
Mango	gr	50	50	50	50	50

Realizado por: Caguas, Jairon, 2020

La elaboración de un deshidratado de mango (*Mangifera indica* haden) utilizando cuatro agentes edulcorantes y secado por aire caliente a 55°C por 13 horas se hizo en base al siguiente procedimiento:

Los mangos se lavaron con agua potable con una concentración de 10 ppm de hipoclorito de sodio durante 30 minutos y seguidamente se enjuago con agua destilada. De acuerdo a la metodología descrita por Bernal. 1998, se pelan y se cortaron en forma de láminas de 8 cm de largo x 4 cm de ancho y 0,5 cm de grosor. Posterior a esto para el tratamiento control se pesó 50 gr de fruta y para los demás tratamientos se realizó una relación 2:1; 100 gr de edulcorante y 50 gr de fruta. Una vez realizada esta operación se deja en reposo en los respectivos recipientes por un lapso de 24 horas, luego se realizó el respectivo secado en un deshidratador de frutas el cual se controló la temperatura por ajuste automático, una vez terminado el proceso de secado el producto se empaça en fundas plásticas herméticamente selladas hasta su posterior análisis físico-químico, microbiológico y análisis sensorial por parte de consumidor final.

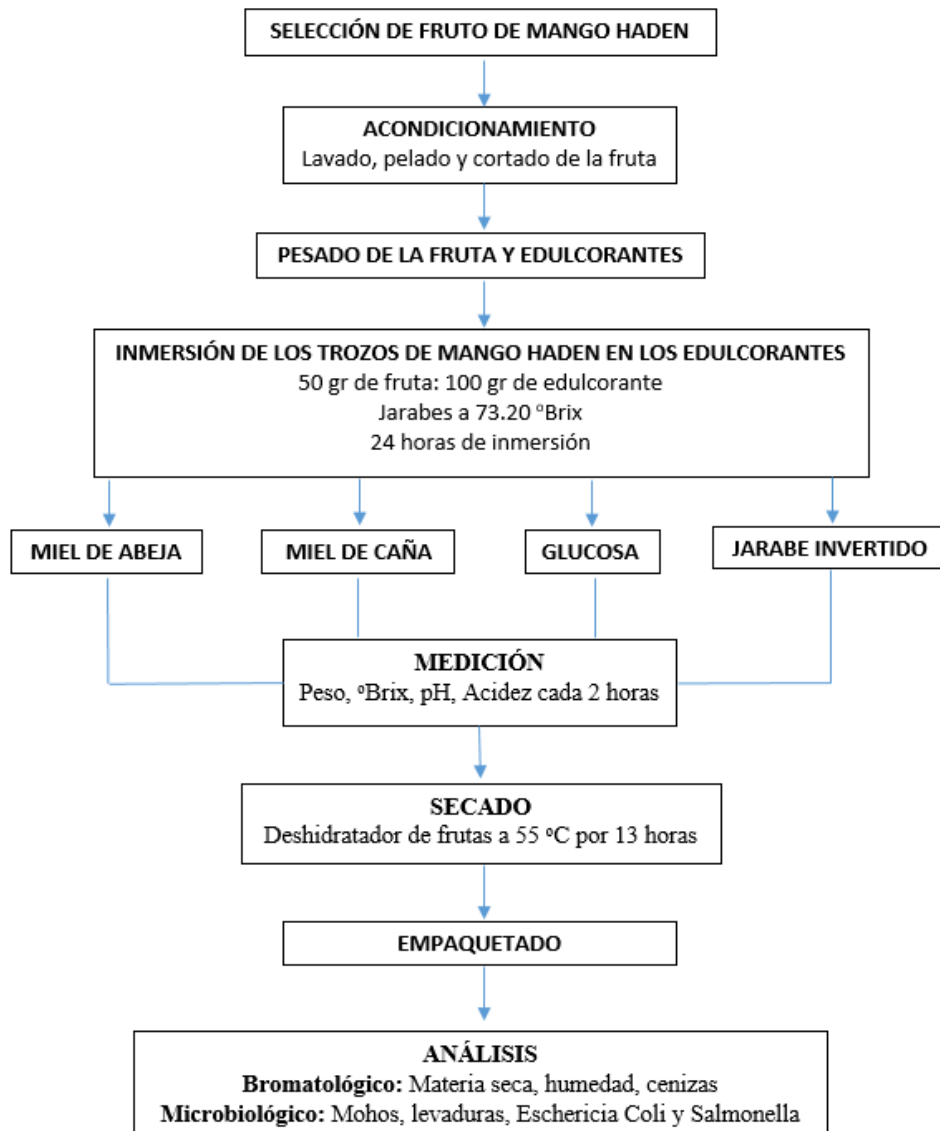


Figura 11-2: Diagrama de flujo para la obtención de mango osmodeshidratado (*Mangifera indica* haden), utilizando cuatro agentes edulcorantes

Realizado por: Caguas, Jairon, 2020

El tratamiento 0 corresponde a la deshidratación del mango sin utilizar ningún agente edulcorante mientras que los demás tratamientos (T1 T2 T3 T4) corresponden a los diferentes edulcorantes como miel de abeja, miel de caña, glucosa y jarabe invertido respectivamente, el tiempo de inmersión es de 24 horas, las mediciones para realizar los respectivos cálculos se realizan a las 0, 2, 4, 6, 8 y 24 horas de haber sumergido la fruta en los edulcorantes. Se llevarán a cabo 3 repeticiones por tratamiento. Posteriormente se somete a un secado en un deshidratador de frutas a una temperatura de 55 °C por 13 horas.

Empacado en bolsas plásticas.

Evaluación microbiológica del producto final.

Evaluación bromatológica del producto.

Evaluación de aceptabilidad por parte del consumidor.

Evaluación del costo beneficio del producto final.

2.8 Metodología de evaluación

La metodología de evaluación de las actividades planteadas se realizó mediante el seguimiento antes, durante y después de la evaluación y comparación de la actividad osmodeshidratante de cuatro agentes edulcorantes como conservante en mango haden (*Mangifera indica Haden*) teniendo en cuenta las siguientes características.

2.8.1 Preparación de la muestra

Los valores pH, sólidos solubles totales, acidez total y humedad serán determinados de acuerdo a la A.O.A.C. (2005) citado por Assous et al. (2014).

2.8.2 Determinación del pH

El pH se mide con un pH – metro, pesando 10 g de muestra, luego se tritura, se homogeniza con 50 mL de agua destilada y se introduce el pH – metro en la disolución (método 981.12).

2.8.3 Determinación de sólidos solubles (°Brix)

Para la determinación de los sólidos solubles totales se utiliza un refractómetro digital previamente calibrado. Se pesa 5 gr de muestra y se tritura, luego se homogeniza con 5 ml de agua destilada y se agrega 5 gotas en un refractómetro digital, el resultado se expresó en °Brix (método 932.12).

2.8.4 Determinación del porcentaje de acidez.

El porcentaje de acidez se determina mediante el método de titulación (método 920.43). Se pesa 10 g de muestra y se tritura. Seguidamente se homogeniza con 50 ml de agua destilada y 10 ml de la disolución homogenizada se colocó en un Erlenmeyer 250 ml. Luego se agrega 3 gotas de fenolftaleína 1% y se vierte la solución de NaOH gota a gota hasta observar el cambio al color rosado. Se realizarán los siguientes cálculos (García et al., 2018).

$$\text{Acidez (\%)} = B * N * E * 100 / W$$

Dónde:

B = ml de NaOH

N = normalidad del NaOH

E = peso mili equivalente del ácido ascórbico

W = peso muestra en mg o ml.

2.8.5 Determinación de materia seca y humedad

Se determinó el porcentaje de materia seca y humedad mediante la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 382:2013 segunda revisión.

Secar las cápsulas de porcelana a 70°C durante una hora, sacar las cápsulas y ubicarlas en el desecador para su respectivo enfriamiento y proceder a pesar la cápsula con aproximación al 0.0002 g. Pesamos de 1 a 3 g de muestra con aproximación de 0.0002 g, para luego colocar esta muestra en las capsulas antes mencionadas. Colocar la capsula con su contenido dentro de la estufa a 70°C durante cuatro horas retirando la tapa. Continuar con el secado hasta que dos pesadas efectuadas con un intervalo de una hora no difieran en más de 0.0002 g. La determinación se realizó por triplicado sobre las mismas muestras preparadas. (INEN 382, 2013)

El contenido de materia seca expresado como porcentaje de masa, es igual a:

$$MS = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \times 100$$

En donde:

MS= materia seca, en porcentaje de masa

M= masa de la cápsula en gramos

m₁= masa de la cápsula y la muestra antes del secado, en gramos.

m₂= masa de la cápsula y la muestra después del secado, en gramos.

Luego de aplicar la fórmula para la obtención de la materia seca se entiende que la diferencia corresponde al porcentaje de humedad perdido durante el proceso antes mencionado, por lo cual el contenido de humedad expresado en porcentaje es:

$$H = 100 - MS$$

H= Humedad, en porcentaje de masas.

MS= Materia seca, en porcentaje de masas.

2.8.6 Determinación de cenizas

Se determinó el contenido de cenizas mediante la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 401:2013 segunda revisión.

Primero se coloca la cápsula en la mufla y se calienta durante 15 min a $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$; después se lleva al desecador para enfriamiento y pesarla con aproximación al 0,1 mg. Pesar en la cápsula de cerámica 2 gramos de muestra, con aproximación al 0,1 mg y colocar sobre la fuente calórica a $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, para su evaporación. (INEN 401, 2013)

Se adiciono unas gotas de aceite de oliva y se continúa calentando hasta que cese el borboteo. Se quema la muestra hasta la combustión completa en una mini estufa eléctrica de laboratorio. Se coloca la capsula con la muestra en un a mufla a $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$ hasta obtener cenizas blancas y finalmente se pesa la capsula con su contenido, con aproximación al 0,1 mg. (INEN 401, 2013)

Para la determinación de cenizas del producto final se utilizó la siguiente ecuación:

$$X_c = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

En donde:

X_c = contenido de cenizas, en porcentaje de masas.

m_1 = masa de la cápsula vacía, en gramos.

m_2 = masa de la cápsula con la muestra, en gramos.

m_3 = masa de la cápsula con las cenizas, en gramos.

2.8.7 Calidad microbiológica

Se evaluó la calidad tanto de la materia prima como del producto terminado, es decir al iniciar la experimentación se verificara que la materia prima (mango, miel de abeja, miel de caña, glucosa y jarabe invertido) esté libre de contaminación (levaduras mohos y microorganismos patógenos) o que estén dentro de los parámetros establecidos según sus normativas. La valoración microbiológica se realiza en base a la NTS N°-071-MINSA/DIGESA-V.01 NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO. LIMA – PERÚ.

El respectivo análisis se lo realizó en el laboratorio de microbiología mediante la utilización de agar PDA para el conteo de mohos y levaduras en placas Petri, mientras que para el conteo de *Escherichia Coli* y *Salmonella spp* se utilizaron placas Petri film, para lo cual se procedió primeramente a la esterilización de los materiales e instrumentos necesarios, una vez esterilizados se coloca en una cabina de bioseguridad.

Se llevó a cabo una dilución de la muestra de 10^{-3} para lo cual se pesó 1 gr de muestra y se midió 9 ml de agua destilada, en cada uno de los tubos de ensayo se mezcló tanto la muestra como el agua destilada con ayuda de un Vortex de laboratorio, esta primera mezcla representa una dilución de 10^{-1} , sacamos 1 ml de esta mezcla y lo ubicamos en otro tubo de ensayo con 9 ml de agua destilada obteniendo una dilución de 10^{-2} , repetimos el último proceso de la misma forma una vez más y obtenemos una dilución de 10^{-3} .

Para el conteo de mohos y levaduras se preparan las placas Petri con el agar PDA previamente fundido, se utiliza 1 ml de la solución 10^{-3} con la ayuda de una pipeta se ubica la muestra en el centro de la placa con el agar solidificado y posteriormente se distribuye la solución mediante movimientos circulares a la placa y por último se incuban las placas aeróbicamente en una estufa de forma horizontal a $25^{\circ} \text{C} \pm 1^{\circ} \text{C}$ durante 5 días. Realizar el conteo a los 2 y 5 días de empezar la incubación. (INEN 1529-10, 2013)

Mientras que para el conteo de colonias de *Salmonella Spp* se utilizan placas Petri film, las soluciones tienen el mismo procedimiento descrito anteriormente, levantando la película superior se colocó en el centro de la placa Petri film 1 ml de la solución 10^{-3} usando una pipeta y con la ayuda de un esparcidor para control de 3M se distribuye la muestra correctamente, se incuban las placas durante 48 horas a $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, el conteo se lo realiza pasado el tiempo de incubación. (INEN 1529-15, 2009). Para el conteo de colonias de *Escherichia Coli* se utilizan placas Petri film, las soluciones tienen el mismo procedimiento descrito anteriormente, levantando la película superior se colocó en el centro de la placa Petri film 1 ml de la solución 10^{-3} usando una pipeta y con la ayuda de un esparcidor para control de 3M se distribuye la muestra correctamente, se incuban las placas durante 48 horas a $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, el conteo se lo realiza pasado el tiempo de incubación (INEN 1529-8, 2016).

Los cultivos se lo realizaron de la siguiente forma:

Se realizaron 5 cultivos en diferentes días, siendo el primero el de las materias primas (mango, miel de abeja, miel de caña, glucosa y jarabe invertido) mientras los demás cultivos se realizaron al producto final (mango deshidratado) cada 7 días teniendo un lapso de estudio de 21 días de evaluación.

2.8.8 Calidad organoléptica

Para la evaluación organoléptica del producto final se utilizara una prueba escalar hedónica es decir la aceptabilidad del mejor tratamiento mas no parámetros específicos como sabor, color, textura y aroma, además de jueces afectivos que son consumidores escogidos al azar sin ningún tipo de entrenamiento para evaluaciones sensoriales.

Se evaluó la aceptabilidad del producto final por parte del consumidor para lo cual se realizó encuestas utilizando 5 atributos (Me gusta mucho, Me gusta, Ni me gusta ni me disgusta, Me disgusta, Me disgusta mucho) a los mismos que se le asignó una puntuación de 5 a 1 respectivamente. Las encuestas se las realizó a estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias y Agroindustrias con un total de 150 encuestados.

Se realiza empaques con 5 muestras inocuas (1 muestra de cada tratamiento), teniendo así un total de 150 empaques, antes de realizar la encuesta se explica a los jueces el método de evaluación de las muestras, una vez finalizada la encuesta por parte del juez se procede a retirar la misma.

2.8.9 Evaluación de parámetros de osmodeshidratación del producto terminado.

La deshidratación osmótica se determina según las velocidades de pérdida de peso (WR) y ganancia de solidos (SG). Procedimiento descrito por Germer et al. (2017).

2.8.9.1 Pérdida de peso (WR)

Para esto se determina el peso inicial de Mangifera indica haden (antes de sumergir en el jarabe) y el peso final (tomado inmediatamente después de retirar la muestra del jarabe) en cada uno de los tratamientos. Luego se utiliza la siguiente fórmula:

$$WR = \frac{M_o - M_f}{M_o} \times 100$$

Donde:

M_o = Peso inicial de la fruta (g)

M_f = Peso final de la fruta (g).

2.8.9.2 Ganancia de sólidos (SG)

Se mide con un refractómetro.

Se determina los sólidos iniciales de Mangifera indica haden fresca, posteriormente los sólidos finales en cada uno de los tratamientos, estos valores son expresados en °Brix. Luego para determinar la ganancia de sólidos se utiliza los pesos calculados para la pérdida de peso en la siguiente fórmula:

$$SG = \frac{^{\circ}\text{Brix } f - ^{\circ}\text{Brix } o}{^{\circ}\text{Brix } o} \times 100$$

Donde:

$^{\circ}\text{Brix}_o$ = Grados Brix de la muestra fresca

$^{\circ}\text{Brix}_f$ = Grados Brix de la muestra osmodeshidratada

CAPÍTULO III

3 MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1 Fruta

3.1.1 Variable masa

Para la variable pérdida de masa al realizar el análisis de varianza se puede observar que existe diferencias altamente significativas para la interacción ($p < 0.0001$), ver tabla 9-3. Se señala entonces que el T1 con un promedio de 36.98 gr es la muestra de fruta que menos peso presento después de las 24 horas de sumersión (Tabla 10-3). Esto se debe a que el T1 (miel de abeja) es el agente osmodeshidratante que absorbe la mayor cantidad de agua desde el fruto.

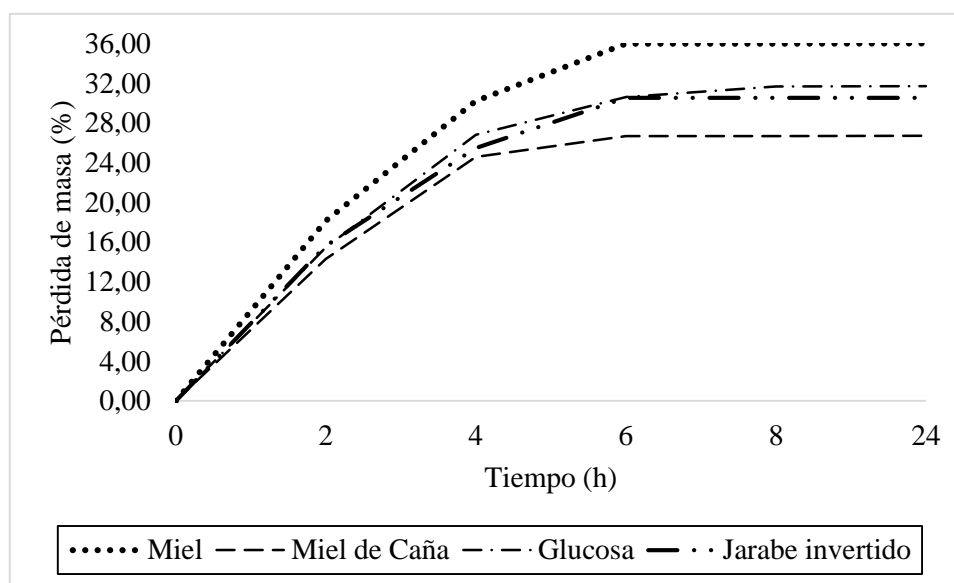


Gráfico 1-3: Pérdida de masa de la fruta representada en porcentaje.

Realizado por: Jairon, Caguas. (2020)

En el gráfico 1-3, se observa que desde el inicio hasta el final del experimento la muestra sumergida en miel de abeja posee el mayor porcentaje de pérdida de masa con un 36% (Anexo G) y el de menor poder fue la muestra sumergida en miel de caña con un 27% (Anexo G) y así se mantendría la tendencia hasta el final del experimento según Salazar Alzate y Sepúlveda Valencia (1998) y Uribe Botero y Castaño Arroyave (1999), las mieles tienen una composición química que le aporta mayor poder osmótico, esencialmente por sus contenidos en sales, ácidos orgánicos

de cadena corta, azúcares reductores del tipo monosacáridos, como glucosa y fructosa, y otros componentes orgánicos, como fenoles y polifenoles, los cuales son grandes jaladores de agua y contribuyen a la deshidratación de la fruta.

3.1.2 Variable °brix

Para la variable ganancia de °Brix en la fruta al realizar el análisis de varianza se puede observar que existe diferencias altamente significativas para la interacción ($p < 0.0001$), ver tabla 9-3, comprobó que la muestra que absorbió la mayor cantidad de solidos solubles con un valor de 31.88 representados en °Brix fue la que se sumergió en miel de abeja (T1) y la muestra sumergida en glucosa la de menor absorción, comportamiento similar ocurre para el porcentaje que representa una ganancia de solidos solubles de hasta 138 % (Anexo J).

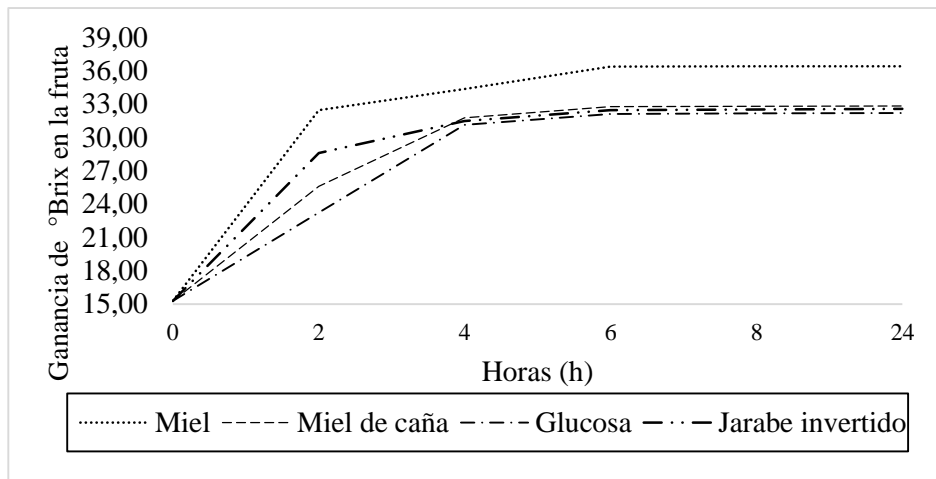


Gráfico 2-3: Ganancia de °Brix de la fruta

Realizado por: Jairon, Caguas. (2020)

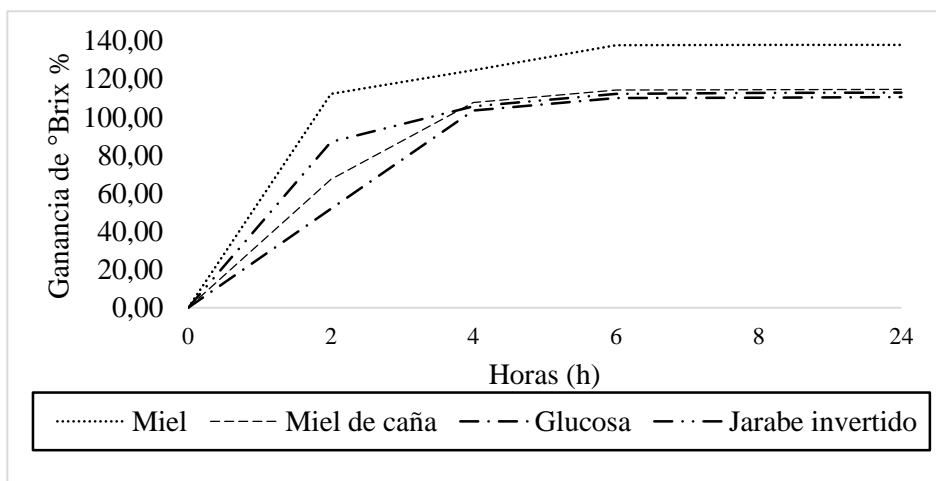


Gráfico 3-3: Ganancia de °Brix de la fruta (%)

Realizado por: Jairon, Caguas. (2020)

Además la tabla 9-3 muestra que los productos sumergidos en miel de caña y jarabe invertido poseen estadísticamente el mismo grado de capacidad de absorción de °Brix.

Tabla 9-3: Análisis de parámetros en el proceso de osmodeshidratación de mango para el factor A (Tratamientos).

FRUTA								
Tabla Factor A	TRATAMIENTOS							
Variable	T0	T1	T2	T3	T4	EE	Prob.	Sign.
Peso (gr)	17,02 a	36,98 b	40,09 d	38,65 c	38,95 c	0,17	<0,0001	**
Brix	21,02 a	31,88 d	25,51 c	27,69 b	28,82 c	0,17	<0,0001	**
pH	6,39 c	4,21 b	4,16 ab	4,17 ab	4,13 a	0,01	<0,0001	**
Acidez	0,04 b	0,03 a	0,03 a	0,03 a	0,03 a	0,00035	<0,0001	**

abc: Promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Tukey (P<0,05)

EE: Error estadística

Prob: >0.05 no hay diferencia significativas

Prob: <0.05 hay diferencia significativa

Prob: <0.01 hay diferencia altamente significativa

Sign: Significancia

Realizado por: Caguas, Jairon, 2020

Tabla 10-3: Evaluación de las horas de sumersión del mango en los agentes edulcorantes.

HORAS									
Tabla Factor B	HORAS								
Variable	8:00 a. m.	10:00 a. m.	12:00 p. m.	14:00 p.m.	16:00 p.m.	24 Hrs.	EE	Prob.	Sign.
Peso (gr)	50,00 d	36,71 c	31,35 b	29,40 a	29,29 a	29,28 a	0,19	<0,0001	**
Brix	15,30 a	24,67 b	29,63 c	31,75 d	31,78 d	32,39 d	0,19	<0,0001	**
pH	4,55 a	4,57 a	4,60 ab	4,61 abc	4,66 bc	4,68 c	0,01	<0,0001	**
Acidez	0,03 a	0,03 a	0,03 a	0,03 a	0,03 a	0,03 a	0,00038	0,5541	

abc: Promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Tukey (P<0,05)

EE: Error estadística

Prob: >0.05 no hay diferencia significativas

Prob: <0.05 hay diferencia significativa

Prob: <0.01 hay diferencia altamente significativa

Sign: Significancia

Realizado por: Caguas, Jairon, 2020

3.2 Edulcorantes

3.2.1 Variable sólidos solubles

Para la variable °Brix en los agentes edulcorantes al realizar el análisis de varianza se puede observar que existe diferencia altamente significativa para la interacción ($p < 0.0001$). La tabla 11-3 muestra las medias a un nivel del 5 %, que la miel de abeja es el agente que mayor capacidad osmódeshidratante posee y la glucosa el de menor capacidad. Los resultados indican que la miel de abeja presentó la menor concentración de sólidos solubles (57.38 °Brix) al final del proceso, lo cual es debido a una mayor incorporación de agua y en consecuencia un porcentaje de pérdida de masa (agua) en los frutos inmersos en el edulcorante (Gráfico 1-3) de acuerdo a Azuara Nieto; Gutiérrez López y Beristan Guevara (2003) este comportamiento es debido a que la cantidad de agua que se elimina durante el proceso es proporcional a la cantidad de sólidos que entran a la fruta.

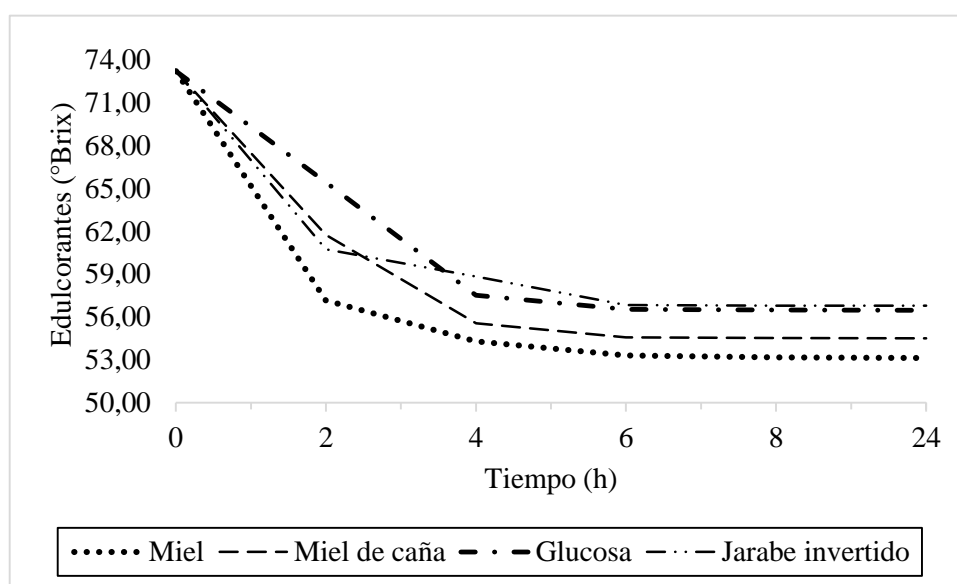


Gráfico 4-3: Descenso de los °Brix en los agentes edulcorantes.

Realizado por: Jairon, Caguas. (2020)

3.2.2 Variable masa

Además el gráfico 4-3, indica el descenso de sólidos solubles, representados en °Brix de los agentes edulcorantes durante las primeras dos a seis horas (Tabla 12-3), lo cual indica un aumento de eliminación de agua de los frutos de mango haden, esta interacción demuestra que la velocidad de deshidratación se pronuncia más entre las primeras dos y seis horas de sumersión lo cual está de acuerdo con lo expuesto por Barbosa Cánovas y Vega Mercado (2000), quienes concluyeron, que la mayor pérdida de agua por parte del alimento, en el proceso de secado osmótico ocurre en las primeras 6 horas, siendo las 2 iniciales

las de mayor velocidad de eliminación de agua. Esta tendencia cinética también fue reportada por Nowakunda, Andrés y Fito (2004) en osmodeshidratación de rodajas de banano.

Tabla 11-3: Análisis de parámetros en los agentes edulcorantes durante el proceso de ósmosis.

EDULCORANTES								
Factor A	TRATAMIENTOS							
Variable	T0	T1	T2	T3	T4	EE	Prob.	Sign.
Peso	0,00 a	113,02 d	109,91 b	111,35 c	111,05 c	0,17	<0,0001	**
Brix	0,00 a	57,38 b	59,02 c	60,94 d	60,53 d	0,11	<0,0001	**

abc: Promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Tukey (P<0,05)

EE: Error estadística

Prob: >0.05 no hay diferencia significativas

Prob: <0.05 hay diferencia significativa

Prob: <0.01 hay diferencia altamente significativa

Sign: Significancia

Realizado por: Caguas, Jairon, 2020

Tabla 12-3: Evaluación de las variables peso y °Brix durante las horas de sumersión.

HORAS									
Factor B	HORAS								
Variable	8:00 a. m.	10:00 a. m.	12:00 p. m.	14:00 p.m.	16:00 p.m.	24 Hrs.	EE	Prob.	Sign.
Peso	80,00 a	86,35 b	90,70 c	92,38 d	92,48 d	92,49 d	0,19	<0,0001	**
Brix	58,56 d	49,01 c	45,25 b	44,25 a	44,20 a	44,18 a	0,12	<0,0001	**

abc: Promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Tukey (P<0,05)

EE: Error estadística

Prob: >0.05 no hay diferencia significativas

Prob: <0.05 hay diferencia significativa

Prob: <0.01 hay diferencia altamente significativa

Sign: Significancia

Realizado por: Caguas, Jairon, 2020

3.3 Interacción la fruta y edulcorantes

3.3.1 Análisis cinético entre edulcorantes y fruta

El gráfico 5-3, muestra el comportamiento de la deshidratación osmótica de frutos de mango haden en los diferentes edulcorantes, donde se observa la disminución de los sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) para los agentes edulcorantes y la pérdida de peso para el producto representado en porcentaje.

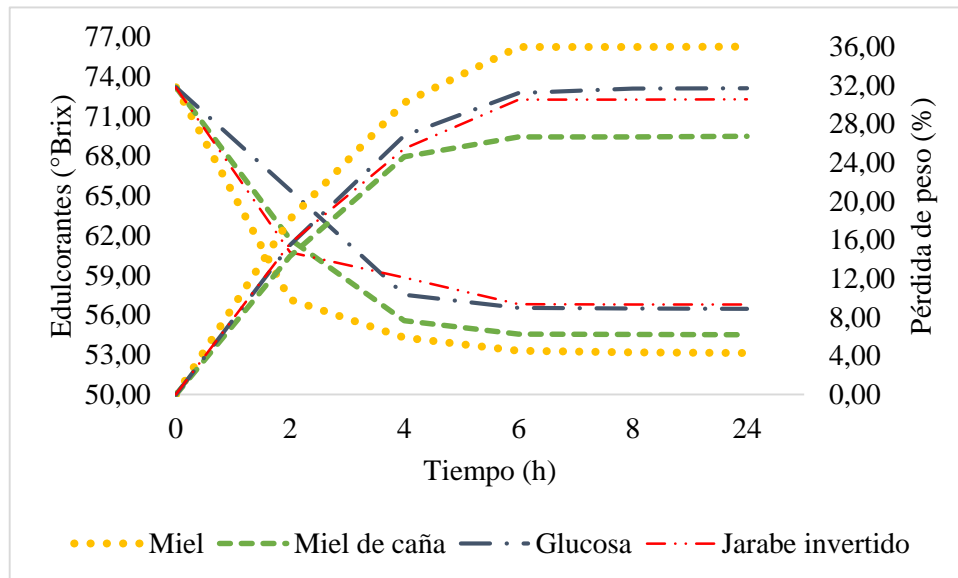


Gráfico 5-3: Análisis cinético entre los agentes edulcorantes y porcentaje de pérdida de peso.
Realizado por: Jairon, Caguas. (2020)

El análisis cinético del gráfico 5-3 demuestra que la mayor transferencia de soluto desde el agente osmódeshidratante hacia el fruto y la transferencia de agua desde este, ocurre durante las primeras dos horas. Además, se puede observar que a medida que transcurre el tiempo de sumersión la transferencia de masa tiende a disminuir hasta alcanzar un equilibrio cinético en el cual no hay transferencia de soluto ni de agua alcanzando la mayor deshidratación del fruto.

Para la variable de respuesta porcentaje de masa los gráficos 1-3 y 6-3 están directamente relacionadas a la pérdida de masa por parte de la fruta y ganancia de masa de los edulcorantes respectivamente.

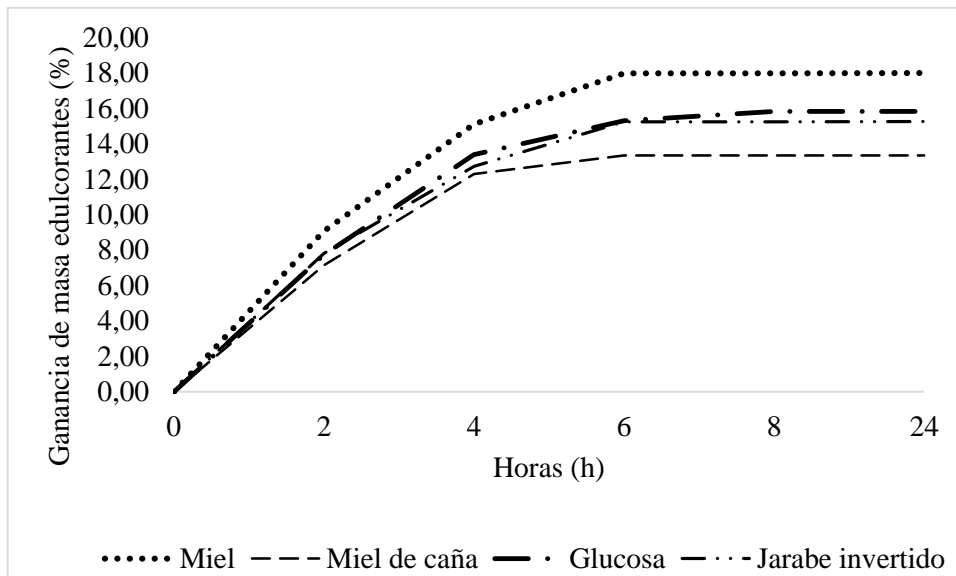


Gráfico 6-3: Ganancia de masa de los edulcorantes representado en porcentaje.
Realizado por: Jairon, Caguas. (2020)

Se realizó la separación de medias como se observa en los anexos G y H para la pérdida y ganancia de masa representados en porcentajes, las tablas 13-3 y 14-3 muestran la prueba de diferencia significativa mínima de Tukey para las medias a un nivel del 5 %, comprobó que tanto para la pérdida y ganancia de masa la miel de abeja es el agente que posee el mayor porcentaje de osmodeshidratación y la miel de caña el de menor porcentaje.

Tabla 13-3: Diferencia de medias en la Interacción entre los tratamientos y las horas en la fruta.

Tabla Interacción Factor A x Factor B (Fruta)																																	
Variable	T0						T1						T2						T3						T4						EE	Prob.	Sign.
Peso	50,00	15,31	10,27	8,87	8,84	8,84	50,00	40,93	34,90	32,02	32,02	32,00	50,00	42,86	37,71	36,66	36,66	36,65	50,00	42,27	36,61	34,69	34,17	34,16	50,00	42,18	37,27	34,75	34,75	34,73	0,42	<0,0001	**
Brix	15,30	13,47	19,43	25,00	25,00	27,93	15,30	32,47	34,37	36,37	36,40	36,40	15,30	25,60	31,77	32,77	32,80	32,83	15,30	23,23	31,13	32,13	32,17	32,20	15,30	28,60	31,47	32,47	32,53	32,57	0,42	<0,0001	**
pH	6,34	6,37	6,33	6,33	6,47	6,50	4,15	4,18	4,20	4,21	4,21	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,24	4,24	4,04	4,14	4,14	4,14	4,24	4,24	4,04	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	0,03	0,9325	
Acidez	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,7034	

abc: Promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Tukey (P<0,05)

EE: Error estadística

Prob: >0.05 no hay diferencia significativas

Prob: <0.05 hay diferencia significativa

Prob: <0.01 hay diferencia altamente significativa

Sign: Significancia

Realizado por: Caguas, Jairon, 2020

Tabla 14-3: Diferencia de medias en la Interacción entre los edulcorantes y las horas.

Tabla Interacción Factor A x Factor B (Edulcorantes)																																	
Variable	T0						T1						T2						T3						T4						EE	Prob	Sign.
	8	10	12	14	16	24	8	10	12	14	16	24	8	10	12	14	16	24	8	10	12	14	16	24	8	10	12	14	16	24			
Peso	0,0 0 a	0,0 0 a	0,0 0 a	0,0 0 a	0,0 0 a	0,0 0 a	10 0,0 0 b	10 9,0 7 c	11 5,1 0	11 7,9 ef	11 7,9 8 g	11 8,0 8 g	10 0,0 0 b	10 7,1 4 c	11 2,2 9 d	11 3,3 4	11 3,3 4	11 3,3 5	10 0,0 0 b	10 7,7 3 c	11 3,3 9	11 5,3 1	11 5,8 3	11 5,8 4	10 0,0 0 b	10 7,8 2 c	11 2,7 3 d	11 5,2 5	11 5,2 5	11 5,2 7	0,42	<0,0 001	**
Brix	0,0 0 a	0,0 0 a	0,0 0 a	0,0 0 a	0,0 0 a	0,0 0 a	73, 20 i	57, 17 e	54, 30 bc	53, 30 b	53, 17 b	53, 13 b	73, 20 i	61, 73 g	55, 57 cd	54, 57 bc	54, 53 bc	54, 50 bc	73, 20 i	65, 43 h	57, 53 ef	56, 53 de	56, 56 de	56, 47 de	73, 20 i	60, 73 g	58, 83 f	56, 83 de	56, 80 de	56, 80 de	0,26	<0,0 001	**

abc: Promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Tukey (P<0,05)

EE: Error estadística

Prob: >0.05 no hay diferencia significativas

Prob: <0.05 hay diferencia significativa

Prob: <0.01 hay diferencia altamente significativa

Sign: Significancia

Realizado por: Caguas, Jairon, 2020

3.4 Producto final

3.4.1 Valoración físico-química

3.4.1.1 Humedad %

Para la variable contenido de humedad en el producto final (mango deshidratado) al realizar la separación de medias como se observar en la tabla 16-3 , las muestras sumergidas en miel (T1) presenta el 10.07 % y las deshidratadas directamente (T0) el 13.56 % de humedad respectivamente, esto se debe a que la fruta en el T1 fue sometida a un pre tratamiento osmótico esto según de acuerdo a Zaluaga, Cortez y Rodríguez (2010), para la variedad Tommy Atkins aplicando el método de deshidratación osmótica, el porcentaje de humedad final a 60 °C tuvo 15.13 y a 70°C tuvo 14.43. Esto sucede debido al incremento de volumen en las rodajas de mango por la solución osmótica como pre tratamiento para el deshidratado.

Cada uno de los tratamientos se deshidratado usando una temperatura de 55°C por 13 horas.

3.4.1.2 Materia seca

Los contenidos de materia seca presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,0001$) por efecto de los agentes edulcorantes utilizados, por lo cual el mayor porcentaje se encontró en la muestra sumergida en miel de abeja que presenta el 89.93 % y el de menor porcentaje el tratamiento control con el 86.44% de materia seca, estos resultados son inversamente proporcionales a los porcentajes de humedad puesto que son parte del mismo proceso de análisis.

3.4.1.3 Cenizas

Los contenidos de cenizas presentaron diferencias significativas ($P < 0,0001$) por efecto de los agentes edulcorantes aplicados, por lo cual el menor porcentaje de ceniza se encontró en la muestra sumergida en miel de abeja con 0.78% la disminución de cenizas se dio debido al pre-tratamiento osmótico donde existe la fase de lixiviación de solutos propios del alimento (azúcares, ácidos orgánicos, vitaminas, minerales), mientras que al no utilizar un pre-tratamiento (T0) el contenido de cenizas es de 2.48%.

3.4.1.4 Valoración microbiológica

La valoración microbiológica se realizó en base a la NTS N°-071-MINSA/DIGESA-V.01 NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO. LIMA – PERÚ donde se identifica los valores máximos aceptables para

frutas deshidratadas las mismas que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 15-3: Frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas y liofilizadas.

Agente microbiano	Límite por g	
	m	M
Mohos	10 ²	10 ³
Levaduras	10 ²	10 ³
Escherichia coli.	10	5x10 ²
Salmonella sp.	Ausencia/25g	---

Fuente: (NTS N 071-MINSA/DIGESA-V.01., 2008)

Realizado por: Caguas, Jairon, 2020

Donde:

“m” (minúscula): Límite microbiológico que separa la calidad aceptable de la rechazable. En general, un valor igual o menor a “m”, representa un producto aceptable y los valores superiores a "m" indican lotes rechazables en un plan de muestreo de 2 clases.

“M” (mayúscula): Los valores de recuentos microbianos superiores a "M" son inaceptables, el alimento representa un riesgo para la salud.

Se realizó tres repeticiones por tratamiento durante 21 días de estudio donde se evaluaron los agentes microbianos detallados en la tabla 5-3, los resultados se pueden observar en el Anexo Q para la materia prima y en el Anexo R para el producto final. Se hizo recuento en placa de mohos, levaduras, Escherichia Coli y Salmonella sp. Para esta variable se realizó la comparación de medias y se aplicó el método Tukey, con un nivel de confianza del 95%, los resultados se detallan en la tabla 16-3:

Los resultados detallados en la tabla 16-3 indican un conteo máximo de 5x10² para el jarabe invertido y miel de caña además de la ausencia de Escherichia Coli y Salmonella sp en los 21 días de estudio. Indicando así que el conteo de UFC/gr en el producto final está dentro de lo permitido por la norma citada además de que no existe diferencia significativa entre los tratamientos según (Moreno, y otros, 2014) estudios similares se presentan en la evaluación microbiológica de muestras de tomate deshidratado comercial, con recuentos de coliformes, mesófilos aerobios, hongos y levaduras menores a 10UFC/g (Monsalve & Machado, 2007; Sohail et al. 2011); estos resultados, se favorecen con el contenido de agua presente en el producto. Otros estudios encuentran microorganismos, como mesófilos aerobios (56000UFC/g) y hongos (3600UFC/g), donde influyen las condiciones de almacenamiento y la exposición al ambiente; algunas muestras ni cumplen con los parámetros mínimos de calidad (Idah & Aderibigbe, 2007; Sohail et al. 2011).

Tabla 16-3: Análisis estadístico para el producto final.

PRODUCTO FINAL								
Variable	T0	T1	T2	T3	T4	EE	Prob.	Sign.
Humedad	13,56 c	10,07 a	11,13 b	11,04 b	11,05 b	0,05	<0,0001	**
Materia seca	86,44 a	89,93 c	88,87 b	88,96 b	88,95 b	0,05	<0,0001	**
Cenizas	2,48 d	0,78 a	1,72 c	1,84 c	1,27 b	0,09	<0,0001	**
Mohos	416,67 a	416,67 a	500,00 a	416,67 a	500,00 a	111,8	0,9505	
Levaduras	333,33 a	500,00 a	416,67 a	333,33 a	500,00 a	129,1	0,7931	
Salmonella	0	0	0	0	0		sd	
E. Coli	0	0	0	0	0		sd	

Realizado por: Caguas, Jairon, 2020

3.5 Prueba de aceptabilidad

En las encuestas realizadas se consideró 5 Atributos (Me gusta Mucho, Me gusta, Ni me gusta ni me disgusta, Me disgusta y Me disgusta mucho) a los mismos que se les asignó una puntuación de 5 a 1 respectivamente. Los resultados de las encuestas demostraron que el tratamiento que mayor aceptabilidad obtuvo fue el T1 (miel) con una calificación de 4 siendo el atributo “Me gusta mucho” el más representativo, mientras que los tratamientos 2 y 4 poseen la misma calificación 3.2 siendo los de menor puntuación, según (González, 2005) no se encontró diferencia en la aceptación sensorial del mango variedad haden aplicando el pretratamiento con deshidratación osmótica y posteriormente una deshidratación usando una temperatura de 62.7°C con un grosor de las rodajas de mango de 8 mm. En el anexo P se detalla los resultados de las encuestas.

3.6 Análisis económico

3.6.1 Costo y financiamiento de la investigación

La presente investigación tendrá un costo aproximado de 400.70\$ los mismos que serán financiados por el estudiante. A continuación en la tabla 7-3 se presentan los gastos en función de las actividades.

Tabla 17-3: Costos de la investigación.

Cantidad	Descripción	Monto
1 caja	Mango	12
2 kg	Miel	10
2 kg	Miel de caña	9,75
2 kg	Glucosa	14
2 kg	Jarabe invertido	6
1 equipo	Deshidratador	90
150 unidades	Vasos desechables	2
150 unidades	Platos desechables	2
2 paquetes	Pegatinas	0,6
5 litros	Agua destilada	6,25
10 litros	Agua purificada	5
1 rollo	Papel aluminio	3,1
120 placas	Placas petri film (E.coliy Salmonella)	240
Total		400,7

Realizado por: Caguas, Jairon, 2020

3.6.2 Costo/Beneficio

El cálculo del costo/beneficio se muestra en la tabla 18-3, en el estudio se utilizaron 4 agentes edulcorantes que presentaron variaciones, esto debido a que su precio por Kg difieren en el mercado, además la investigación se realizó en la temporada donde la fruta utilizada se encuentra en abundancia y el precio es mínimo, estableciéndose así los mejores beneficios económicos para el tratamiento control (T0), con un valor de 1,37 dólares por 30 gr de producción,

En tanto al utilizar los 4 agentes edulcorantes existe cierta utilidad, sin embargo el precio de estos influyen sobre la utilidad final siendo así la utilización de jarabe invertido la más representativa con una utilidad de 0.66 dólares por cada 30 gr de fruta deshidratadita vendida.

Tabla 18-3: Análisis económico de la investigación.

	T0		T1		T2		T3		T4			
Ingredientes	Unidad	Cantidad inicial	Costo	Cantidad inicial	Costo	Cantidad inicial	Costo	Cantidad inicial	Costo	Cantidad inicial	Costo	
Mango	gr	500	0.50	500	0.50	500	0.50	500	0.50	500	0.50	
Miel de abeja	gr	0	0	1000	5.00	0	0	0	0	0	0	
Miel de caña	gr	0	0	0	0	1000	4.88	0	0	0	0	
Glucosa	gr	0	0	0	0	0	0	1000	7.00	0	0	
Jarabe invertido	gr	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	3.00	
Total			0.50 \$		5.50 \$		5.38 \$		7.5 \$		3.50 \$	
Cantidad de producto deshidratado obtenido			140 gr	115 gr			130 gr			120 gr		
Costo de producción por 30 gr de fruta deshidratada.			0.13	1.43			1.24			1.88		
Precio de venta por 30 gr de fruta deshidratada			1.50	1.50			1.50			1.50		
Costo/beneficio			1.37	0.07			0.26			-0.38		

Realizado por: Caguas, Jairon, 2020

CONCLUSIONES

- Los análisis cinéticos demostraron que el T1 (miel) es el agente osmodeshidratante que reporto la menor cantidad de °Brix y esto está vinculado a la mayor absorción de agua desde el fruto hacia el edulcorante. Además el descenso de solidos solubles, representados en °Brix de los agentes edulcorantes ocurren durante las primeras seis horas, siendo las 2 primeras las de mayor velocidad de eliminación de agua en los frutos de mango haden.
- El agente que reporto la mayor cantidad de absorción de agua desde el fruto fue la miel de abeja con un 18 % lo que a su vez representa una pérdida de masa por parte del producto de hasta un 36 % después de las 24 horas de sumersión.
- La prueba de Tukey para las medias a un nivel del 5% comprobó que la muestra que absorbió la mayor cantidad de °Brix fue la que se sumergió en miel de abeja y la muestra sumergida en glucosa la de menor absorción, comportamiento similar ocurre para el porcentaje con una media de 108% para las muestras sumergidas en miel y un 81% para las sumergidas en glucosa.
- El análisis sensorial del producto final de acuerdo a las evaluaciones realizadas indica que las muestras sumergidas en miel de abeja obtienen mayores características organolépticas que ayudan a mejorar la aceptabilidad por parte del consumidor.
- Los análisis microbiológicos demostraron que las rodajas de mango deshidratado se encuentran dentro de las exigencias permitidas por parte de la NTS N°-071-minsa/digesa-v.01 Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Lima – Perú.
- Con respecto al beneficio/costo las rodajas de mango deshidratado sin ningún tipo de edulcorante tiene una rentabilidad de 1.37 dólares y utilizando jarabe invertido de 0.66 dólares por cada 30 gr de fruta deshidratada vendida respectivamente.

RECOMENDACIONES

- Evaluar la composición nutricional de un deshidratado osmótico usando diferentes temperaturas de secado.
- Investigar la combinación del cloruro de sodio (sal) como agente osmótico en diferentes concentraciones para algún tipo de fruta ácida.
- Realizar una investigación sobre el costo/beneficio de un pre tratamiento osmótico usando miel de abeja a gran escala, sabiendo que la miel es un producto de un alto valor económico.

GLOSARIO

Postcosecha: La finalidad de la postcosecha consiste en preservar la calidad obtenida del producto en el campo y disminuir las posibles pérdidas durante el proceso de distribución y mercado hasta el consumo. (Heredia, 2012 pág. 12)

Subproducto: una sustancia u objeto, resultante de un proceso de producción, cuya finalidad primaria no sea la producción de esa sustancia u objeto, puede ser considerada como subproducto y no como residuo (García, 2011 p. 8)

Osmodeshidratación: se define a la DO como pretratamiento de un proceso (combinado) de preservación (Wais, 2011 p. 1)

Edulcorante: son sustancias naturales que estimulan el sentido del gusto produciendo un sabor dulce (YUS, 2016 pp. 6-7)

Osmosis: se produce una presión osmótica cuando dos soluciones de diferente concentración son separadas por una membrana semipermeable, la cual es permeable al solvente pero impermeable al soluto (Olmos, 2002 p. 21)

Calidad: La calidad es la medida en que los niveles del conjunto de características que ofrece un producto o servicio satisfacen unas necesidades expresadas o implícitas de los consumidores (Vilas, 1995 p. 2)

Liofilización: permite el paso del agua en estado sólido al estado gaseoso, sin pasar por el estado líquido (sublimación) (Jara, 2013 p. 8)

Soluto: El soluto es el componente de una solución que se encuentra en menor cantidad también conocida como la sustancia que se disuelve (Cova, 2018 p. 4)

BIBLIOGRAFÍA

ALTENDORF, S. “Perspectivas mundiales de las principales frutas tropicales”. Perspectivas, retos y oportunidades a corto plazo en un mercado global pujante [En línea], 2017, pp. 8. [Consulta:20 de agosto 2019]. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Tropical_Fruits/Documents/Tropical_Fruits_Spanish2017.pdf

CODEX STAN 160. *Norma del codex para la salsa picante de mango .*

CRISTÓBAL, Y. Influencia de la sacarosa y glucosa en la deshidratación osmótica del mango criollo (*mangúifera indica l.*) de satipo [En línea] (Trabajo de titulación). *Universidad nacional del centro del Perú.* ,Huancayo , Perú. 2010. pp. 24-26. [Consulta:16-03-2019]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1892/Yupanqui%20Cristobal.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

DÍAZ, J; et al. *Mango Marichal Costa Rica.* [blog]. [Consulta:17 de agosto 2019]. Disponible en: http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/Mango/mango.htm#_Toc46022546

GALLO, L; et al. “Deshidratacion Osmótica”. [En línea], 2015,pp 3. [Consulta: 21 de Julio de 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/293942449_Articulo_de_Revision_DESHIDRATACION_OSMOTICA_UNA_REVISION

GALVIS, J., & Herrera,A. El Mango *Mangífera índica haden.* [En línea] (Trabajo de titulación). Servicio Nacional de Aprendizaje SENA O , Bogota , Colombia- 1996. pp. 38 [Consulta:06-03-2019]. Disponible en: https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/5509/1/mango_mangiferia_manejo_postcosecha.PDF

GARCÍA, F. “La deshidratación osmótica mejora la calidad de Ananas comosus deshidratada”. *Scientia Agropecuaria* [En línea], 2018, pp. 07-09. [Consulta: 12 de Julio de 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v9n3/a06v9n3.pdf>

GONZÁLES, J. Obtenido de Determinación de los parámetros técnicos y evaluación sensorial en la deshidratación de mango (*Mangifera indica*) variedad Haden y champiñón (*Agaricus bisporus*) en la

Escuela Agrícola Panamericana [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Zamorano, Tegucigalpa, Honduras. 2005. pp. 25-29. [Consulta: 17-06-2019]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1071/1/AGI-2005-T012.pdf>

HERNÁNDEZ, G. *La producción del mango ecuatoriano.* [blog]. [Consulta: 17 de agosto 2020]. Disponible en: https://perspectiva.ide.edu.ec/investiga/wp-content/uploads/2018/06/Perspectiva-Junio-2018_1-P.pdf

INEN 1529-10. *Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad.*

INEN 1529-15. *Control microbiológico de los alimentos. Salmonella. Métodos de detección.*

INEN 1529-8. *Control microbiológico de los alimentos. Detección y recuento de escherichia coli presuntiva por la técnica del número mas probable.*

INEN 1572. *Miel de abejas.*

INEN 382. *Conservas vegetales. Determinación de materia seca (solidos totales).*

INEN 401. *CONSERVAS VEGETALES. DETERMINACIÓN DE CENIZAS.*

JARA, E. Obtención de uva liofilizada [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Central Del Ecuador, Quito, Ecuador. 2013. pp. 8. [Consulta: 11-06-2019]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1401/1/T-UCE-0008-%2006.pdf>

RÍOS PÉREZ Margarita Maria, & VELÁSQUEZ, C. J. Deshidratación osmótica de frutos de papaya hawaiana (*carica papaya l.*) en cuatro agentes edulcorantes liofilizada [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. 2005. pp. 25-33. [Consulta: 12-04-2019]. Disponible en: [file:///C:/Users/PERSONAL/Downloads/24255-84959-2-PB%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/PERSONAL/Downloads/24255-84959-2-PB%20(2).pdf)

MEDRANO, & SERRANO, I. *Introducción a la tecnología del mango.* [En línea]. Ciudad de México-México: SAGARPA-SIAP, 2016. [Consulta: 12 de septiembre 2019]. Disponible en: <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/388/1/Libro%20Mango.pdf>

MICHELIS; et al . “Deshidratación y desecado de frutas, hortalizas y hongos”. Procedimientos hogareños y comerciales de pequeña escala [En línea], 2018, pp. 4. [Consulta: 1 de septiembre 2019]. Disponible en: file:///C:/Users/Jairo/Downloads/INTA_cartilla%20secado.pdf

MIEL. *Miel de caña* [blog]. [Consulta:11 de agosto 2020]. Disponible en: <HTTPS://MIEL10.COM/CANA/>

MONTOYA, J; et al . “Deshidratación osmótica de frutas”. Unal [En línea], 1999,(Colombia), pp. 1. [Consulta:1 de julio 2019]. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/23782/24455>

MONTOYA, J. E., & RODAS, & A. “Deshidratación Osmótica de Láminas de Mango cv. Tommy Atkins Aplicando Metodología de Superficies de Respuesta”. Unal [En línea], 2019, pp. 1. [Consulta: 1 de julio 2020]. Disponible en:<HTTPS://REVISTAS.UNAL.EDU.CO/INDEX.PHP/REFAME/ARTICLE/VIEW/30779/30897>

MORENO, D., Sierra, H., & Díaz, C. “Evaluación de parámetros de calidad físicoquímica, microbiológica y sensorial en tomate deshidratado comercial (*lycopersicum esculentum*)” . Scielo [En línea], 2014, pp. 8-11. [Consulta: 12 de julio 2020]. Disponible en: : <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v17n1/v17n1a15.pdf>

NMX-F-057-S. *Néctar de mango.*

NMX-F-104. *Alimentos para humanos. frutas y derivados. rebanadas de mango en almíbar.*

NTS N 071-MINSA/DIGESA-V.01. *Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.*

NUTRITIENDA. *Para que sirve el jarabe invertido* [blog]. [Consulta:17 de agosto 2020]. Disponible en:<https://blog.nutritienda.com/jarabe-invertido/>

ORTEGA, J. “La ósmosis inversa como proceso de potabilización en España: el reto” . XXII Congreso de centroamerica y panama de ingeniería sanitaria y ambiental [En línea],2001,(España), pp. 12-17. [Consulta:12 de Enero 2020]. Disponible en: Obtenido de: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/centroa22/Ponencia31.pdf>

PARZANESE, M. *Tecnologías para la Industria Alimentaria.* [blog]. [Consulta:17 de agosto 2020]. Disponible en:http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/ficha_06_osmotica.pdf

PARZANESE, M. *Tecnologías para la Industria alimentaria.* [blog]. [Consulta:17 de agosto 2020]. Disponible en:http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_06_Osmotica.pdf

QUIMINET. *La glucosa líquida o jarabe de glucosa en la industria alimenticia* [blog]. [Consulta:17 de agosto 2020]. Disponible en: <https://www.quiminet.com/articulos/la-glucosa-liquida-o-jarabe-de-glucosa-en-la-industria-alimenticia-2601052.htm>

RAMOS, M. J. “Efecto de la miel en la deshidratación de mango (Magnifica indica) variedad Tommy Atkins” [En línea],. Bdigital 2018, pp. 1. [Consulta:17 de Febrero 2020]. Disponible en:<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6296/1/AGI-2018-T058.pdf>

SAHAGÚN, M. d. *Introducción a la tecnología del mango* [En línea]. Ciudad de México-México: CIATEJ, 2016, pp. 6-7. [Consulta 7 de Febrero 2020]. Disponible en: ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/388/1/Libro%20Mango.pdf

TANDALLA, J. V. Determinación del efecto antioxidante del ácido ascórbico a diferentes concentraciones y tiempo de maduración en el banano [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2018. pp. 18. [Consulta 11 de Abril 2020]. Disponible en: [HTTP://DSpace.UNACH.EDU.EC/BITSTREAM/51000/4528/1/UNACH-EC-ING-AGRO-2018-0001.PDF](http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4528/1/UNACH-EC-ING-AGRO-2018-0001.pdf)

ULLOA, A., & RODRÍQUEZ, M. *La miel de abeja y su importancia*. [blog]. [Consulta:11 de agosto 2020]. Disponible en: [//fuente.uan.edu.mx/publicaciones/01-04/2.pdf](http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/01-04/2.pdf)

VALADEZ; et al. *Técnicas para el deshidratado de mango*. [blog]. [Consulta:03 de agosto 2020]. Disponible en: <https://ecotec.unam.mx/wp-content/uploads/Tecnicas-para-el-deshidratado-de-mango.pdf>

VERA, G. *Determinación de azúcares totales, Hidratos de carbono disponibles y Factores de cálculo de energía en alimentos*. [blog]. [Consulta:03 de agosto 2020]. Disponible en: <http://www.achipia.cl/wp-content/uploads/2016/06/8-M--todos-Az--cares-Totales-H.-de-Carbono-F--ctores-c--lculo-energ--a-Dra.-Gloria-Vera.pdf>

VILLANUEVA, S. J. *Introducción a la tecnología del mango*. [En línea]. Ciudad de México-México: CIATEJ, 2016, pp. 6-7. [Consulta 13 de Marzo 2020]. Disponible en: <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/388/1/Libro%20Mango.pdf>

WAIS, N. Secado combinado de frutas. [En línea] (Trabajo de titulación). 2011. pp. 1. [Consulta 1 de Abril 2020]. Disponible en: [file:///C:/Users/PERSONAL/Downloads/N.%20Wais%20-%20tesis%20doctoral%20\(2011\).pdf](file:///C:/Users/PERSONAL/Downloads/N.%20Wais%20-%20tesis%20doctoral%20(2011).pdf)

ZACATARES, V. R. *Ministerio de Agricultura y Ganadería Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.* [blog]. pp. 2 [Consulta:20 de agosto 2020]. Disponible en: <http://centa.gob.sv/upload/laboratorios/alimentos/BROCHURE%20DESHIDRATADOS.pdf>

ANEXOS

ANEXO A: Análisis estadístico de los °Brix en los agentes edulcorantes

Resultados experimentales

EDULCORANTES	HORAS	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
T0	8	0	0	0	0	0,00
T0	10	0	0	0	0	0,00
T0	12	0	0	0	0	0,00
T0	14	0	0	0	0	0,00
T0	16	0	0	0	0	0,00
T0	24	0	0	0	0	0,00
T1	8	73,20	73,20	73,20	219,60	73,20
T1	10	56,70	55,70	59,10	171,50	57,17
T1	12	54,30	54,20	54,40	162,90	54,30
T1	14	53,30	53,20	53,40	159,90	53,30
T1	16	53,10	53,20	53,20	159,50	53,17
T1	24	53,10	53,10	53,20	159,40	53,13
T2	8	73,20	73,20	73,20	219,60	73,20
T2	10	60,60	63,30	61,30	185,20	61,73
T2	12	55,60	55,60	55,50	166,70	55,57
T2	14	54,60	54,60	54,50	163,70	54,57
T2	16	54,60	54,50	54,50	163,60	54,53
T2	24	54,60	54,40	54,50	163,50	54,50
T3	8	73,20	73,20	73,20	219,60	73,20
T3	10	65,40	65,60	65,30	196,30	65,43
T3	12	57,90	56,90	57,80	172,60	57,53
T3	14	56,90	55,90	56,80	169,60	56,53
T3	16	56,80	55,90	56,80	169,50	56,50
T3	24	56,70	55,90	56,80	169,40	56,47
T4	8	73,20	73,20	73,20	219,60	73,20
T4	10	60,80	60,70	60,70	182,20	60,73
T4	12	58,90	58,80	58,80	176,50	58,83
T4	14	56,90	56,80	56,80	170,50	56,83
T4	16	56,90	56,70	56,80	170,40	56,80
T4	24	56,90	56,70	56,80	170,40	56,80

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de varianza

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Edulcorante	51066,85	4	12766,71	61411,23	<0,0001
Horas	2432,32	5	486,46	2340,02	<0,0001
Edulcorantes * horas	685,21	20	34,26	164,8	<0,0001
Error	12,47	60	0,21		
Total	54196,85	89			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Test: Tukey

Alfa: 0.05

DMS: 1.46529

Error: 0.2079

Separación de medias según Tukey

EDULCORANTE	HORAS	MEDIAS	n	E.E.	GRUPO
T0	10	0	3	0,26	A
T0	24	0	3	0,26	A
T0	16	0	3	0,26	A
T0	14	0	3	0,26	A
T0	12	0	3	0,26	A
T0	8	0	3	0,26	A
T1	24	53,13	3	0,26	B
T1	16	53,17	3	0,26	B
T1	14	53,30	3	0,26	B
T1	12	54,30	3	0,26	BC
T2	24	54,50	3	0,26	BC
T2	16	54,53	3	0,26	BC
T2	14	54,57	3	0,26	BC
T2	12	55,57	3	0,26	CD
T3	24	56,47	3	0,26	DE
T3	16	56,50	3	0,26	DE
T3	14	56,53	3	0,26	DE
T4	16	56,80	3	0,26	DE
T4	24	56,80	3	0,26	DE
T4	14	56,83	3	0,26	DE
T1	10	57,17	3	0,26	E
T3	12	57,53	3	0,26	EF
T4	12	58,83	3	0,26	F
T4	10	60,73	3	0,26	G
T2	10	61,73	3	0,26	G
T3	10	65,43	3	0,26	H
T2	8	73,20	3	0,26	I
T1	8	73,20	3	0,26	I
T3	8	73,20	3	0,26	I
T4	8	73,20	3	0,26	I

Medidas con na letra común no son significativamente diferentes (P>0.05)

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de regresión

Factor °Brix de los edulcorantes y horas.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de f
Regresión	1	1534,180883	1534,180883	2,649659947	0,10718843
Residuos	87	50373,91193	579,0104819		
Total	88	51908,09281			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

ANEXO B: Análisis estadístico del peso en los agentes edulcorantes.

Resultados experimentales

EDULCORANTE	HORAS	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
T0	8	0	0	0	0	0,00
T0	10	0	0	0	0	0,00
T0	12	0	0	0	0	0,00
T0	14	0	0	0	0	0,00
T0	16	0	0	0	0	0,00
T0	24	0	0	0	0	0,00
T1	8	100,00	100,00	100,00	300	100,00
T1	10	109,00	109,20	109,00	327	109,07
T1	12	115,00	115,10	115,20	345	115,10
T1	14	118,00	116,50	119,44	354	117,98
T1	16	118,00	116,50	119,44	354	117,98
T1	24	118,02	116,52	119,45	354	118,00
T2	8	100,00	100,00	100,00	300	100,00
T2	10	107,00	106,60	107,83	321	107,14
T2	12	112,47	111,65	112,76	337	112,29
T2	14	113,25	113,41	113,35	340	113,34
T2	16	113,25	113,41	113,35	340	113,34
T2	24	113,26	113,43	113,37	340	113,35
T3	8	100,00	100,00	100,00	300	100,00
T3	10	107,50	107,68	108,01	323	107,73
T3	12	113,99	114,85	111,34	340	113,39
T3	14	115,83	115,02	115,08	346	115,31
T3	16	117,09	115,32	115,09	348	115,83
T3	24	117,10	115,33	115,10	348	115,84
T4	8	100,00	100,00	100,00	300	100,00
T4	10	107,89	107,77	107,80	323	107,82
T4	12	113,75	112,24	112,20	338	112,73
T4	14	115,85	114,48	115,43	346	115,25
T4	16	115,85	114,48	115,43	346	115,25
T4	24	115,86	114,50	115,45	346	115,27

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de varianza.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Edulcorante	178581,80	4	44645,45	86369,31	<0,0001
Horas	1898,96	5	379,79	734,73	<0,0001
edulcorantes * horas	503,76	20	25,19	48,73	<0,0001
Error	31,01	60	0,52		
Total	181015,53	89			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Test: Tukey
 Alfa: 0.05
 DMS: 2,31056
 Error: 0.5169

Separación de medias según Tukey

EDULCORANTE	HORAS	MEDIAS	n	E.E.	GRUPO
T0	16	0	3	0,42	A
T0	14	0	3	0,42	A
T0	12	0	3	0,42	A
T0	10	0	3	0,42	A
T0	8	0	3	0,42	A
T0	24	0	3	0,42	A
T3	8	100	3	0,42	B
T2	8	100	3	0,42	B
T4	8	100	3	0,42	B
T1	8	100	3	0,42	B
T2	10	107,14	3	0,42	C
T3	10	107,73	3	0,42	C
T4	10	107,82	3	0,42	C
T1	10	109,07	3	0,42	C
T2	12	112,29	3	0,42	D
T4	12	112,73	3	0,42	D
T2	16	113,34	3	0,42	DE
T2	14	113,34	3	0,42	DE
T2	24	113,35	3	0,42	DE
T3	12	113,39	3	0,42	DE
T1	12	115,1	3	0,42	EF
T4	14	115,25	3	0,42	EF
T4	16	115,25	3	0,42	EF
T4	24	115,27	3	0,42	EF
T3	14	115,31	3	0,42	EF
T3	16	115,83	3	0,42	FG
T3	24	115,84	3	0,42	FG
T1	16	117,98	3	0,42	G
T1	14	117,98	3	0,42	G
T1	24	118	3	0,42	G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de regresión

Factor peso de los edulcorantes y horas.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	427,913302	427,913302	0,21573526	0,6434691
Residuos	87	172565,475	1983,51121		
Total	88	172993,389			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

ANEXO C: Análisis estadístico de los °Brix en la fruta.

Resultados experimentales

REPETICIONES						
EDULCORANTE	HORAS	I	II	III	SUMA	MEDIAS
T0	8	15,30	15,30	15,30	45,90	15,30
T0	10	13,70	13,50	13,20	40,40	13,47
T0	12	19,20	19,40	19,70	58,30	19,43
T0	14	25,00	24,90	25,10	75,00	25,00
T0	16	25,00	24,80	25,20	75,00	25,00
T0	24	28,80	27,40	27,60	83,80	27,93
T1	8	15,30	15,30	15,30	45,90	15,30
T1	10	32,80	33,40	31,20	97,40	32,47
T1	12	34,70	35,30	33,10	103,10	34,37
T1	14	36,70	37,30	35,10	109,10	36,37
T1	16	36,70	37,40	35,10	109,20	36,40
T1	24	36,70	37,40	35,10	109,20	36,40
T2	8	15,30	15,30	15,30	45,90	15,30
T2	10	26,70	24,70	25,40	76,80	25,60
T2	12	31,70	32,40	31,20	95,30	31,77
T2	14	32,70	33,40	32,20	98,30	32,77
T2	16	32,70	33,50	32,20	98,40	32,80
T2	24	32,70	33,60	32,20	98,50	32,83
T3	8	15,30	15,30	15,30	45,90	15,30
T3	10	23,50	22,20	24,00	69,70	23,23
T3	12	31,00	30,90	31,50	93,40	31,13
T3	14	32,00	31,90	32,50	96,40	32,13
T3	16	32,10	31,90	32,50	96,50	32,17
T3	24	32,20	31,90	32,50	96,60	32,20
T4	8	15,30	15,30	15,30	45,90	15,30
T4	10	29,70	29,60	26,50	85,80	28,60
T4	12	32,10	31,10	31,20	94,40	31,47
T4	14	33,10	32,10	32,20	97,40	32,47
T4	16	33,30	32,10	32,20	97,60	32,53
T4	24	33,30	32,20	32,20	97,70	32,57

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de varianza.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Edulcorante	1151,03	4	287,76	535,64	<0,0001
Horas	3323,52	5	664,70	1237,30	<0,0001
edulcorantes * horas	394,36	20	19,72	36,70	<0,0001
Error	32,23	60	0,54		
Total	4901,14	89			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Test: Tukey
 Alfa: 0.05
 DMS: 2,35551
 Error: 0,5372

Separación de medias según Tukey

EDULCORANTES	HORAS	MEDIAS	n	E.E.	GRUPO
T0	10	13,47	3	0,42	A
T2	8	15,30	3	0,42	A
T3	8	15,30	3	0,42	A
T1	8	15,30	3	0,42	A
T4	8	15,30	3	0,42	A
T0	8	15,30	3	0,42	A
T0	12	19,43	3	0,42	B
T3	10	23,23	3	0,42	C
T0	16	25,00	3	0,42	CD
T0	14	25,00	3	0,42	CD
T2	10	25,60	3	0,42	DE
T0	24	27,93	3	0,42	EF
T4	10	28,60	3	0,42	F
T3	12	31,13	3	0,42	G
T4	12	31,47	3	0,42	G
T2	12	31,77	3	0,42	G
T3	14	32,13	3	0,42	GH
T3	16	32,17	3	0,42	GH
T3	24	32,20	3	0,42	GH
T4	14	32,47	3	0,42	GH
T1	10	32,47	3	0,42	GH
T4	16	32,53	3	0,42	GH
T4	24	32,57	3	0,42	GH
T2	14	32,77	3	0,42	GH
T2	16	32,80	3	0,42	GH
T2	24	32,83	3	0,42	GH
T1	12	34,37	3	0,42	HI
T1	14	36,37	3	0,42	I
T1	24	36,40	3	0,42	I
T1	16	36,40	3	0,42	I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de regresión

Factor °Brix de la fruta y horas

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	1676,21655	1676,21655	47,4668192	8,3722E-10
Residuos	87	3072,26906	35,3134375		
Total	88	4748,48562			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

ANEXO D: Análisis estadístico del peso en la fruta.

Resultados experimentales

REPETICIONES						
EDULCORANTE	HORAS	I	II	III	SUMA	MEDIAS
T0	8	50,00	50,00	50,00	150,00	50,00
T0	10	15,31	15,24	15,37	45,92	15,31
T0	12	9,92	10,92	9,97	30,81	10,27
T0	14	8,88	8,85	8,89	26,62	8,87
T0	16	8,85	8,83	8,85	26,53	8,84
T0	24	8,85	8,83	8,85	26,53	8,84
T1	8	50,00	50,00	50,00	150,00	50,00
T1	10	41,00	40,80	41,00	122,80	40,93
T1	12	35,00	34,90	34,80	104,70	34,90
T1	14	32,00	33,50	30,56	96,06	32,02
T1	16	32,00	33,50	30,56	96,06	32,02
T1	24	31,98	33,48	30,55	96,01	32,00
T2	8	50,00	50,00	50,00	150,00	50,00
T2	10	43,00	43,40	42,17	128,57	42,86
T2	12	37,53	38,35	37,24	113,12	37,71
T2	14	36,75	36,59	36,65	109,99	36,66
T2	16	36,75	36,59	36,65	109,99	36,66
T2	24	36,74	36,57	36,63	109,94	36,65
T3	8	50,00	50,00	50,00	150,00	50,00
T3	10	42,50	42,32	41,99	126,81	42,27
T3	12	36,01	35,15	38,66	109,82	36,61
T3	14	34,17	34,98	34,92	104,07	34,69
T3	16	32,91	34,68	34,91	102,50	34,17
T3	24	32,90	34,67	34,90	102,47	34,16
T4	8	50,00	50,00	50,00	150,00	50,00
T4	10	42,11	42,23	42,20	126,54	42,18
T4	12	36,25	37,76	37,80	111,81	37,27
T4	14	34,15	35,52	34,57	104,24	34,75
T4	16	34,15	35,52	34,57	104,24	34,75
T4	24	34,14	35,50	34,55	104,19	34,73

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de varianza.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Edulcorante	6834,27	4	1708,57	3238	<0,0001
Horas	5030,53	5	1006,11	1906,73	<0,0001
edulcorantes * horas	1380,97	20	69,05	130,86	<0,0001
Error	31,66	60	0,53		
Total	13277,44	89			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Test: Tukey
 Alfa: 0.05
 DMS: 2,33446
 Error: 0,5277

Separación de medias según Tukey

EDULCORANTES	HORAS	MEDIAS	n	E.E.	GRUPO
T0	16	8,84	3	0,42	A
T0	24	8,84	3	0,42	A
T0	14	8,87	3	0,42	A
T0	12	10,27	3	0,42	A
T0	10	15,31	3	0,42	B
T1	24	32,00	3	0,42	C
T1	16	32,02	3	0,42	C
T1	14	32,02	3	0,42	C
T3	24	34,16	3	0,42	CD
T3	16	34,17	3	0,42	CD
T3	14	34,69	3	0,42	DE
T4	24	34,73	3	0,42	DE
T4	14	34,75	3	0,42	DE
T4	16	34,75	3	0,42	DE
T1	12	34,90	3	0,42	DE
T3	12	36,61	3	0,42	EF
T2	24	36,65	3	0,42	EF
T2	14	36,66	3	0,42	EF
T2	16	36,66	3	0,42	EF
T4	12	37,27	3	0,42	F
T2	12	37,71	3	0,42	F
T1	10	40,93	3	0,42	G
T4	10	42,18	3	0,42	G
T3	10	42,27	3	0,42	G
T2	10	42,86	3	0,42	G
T2	8	50,00	3	0,42	H
T1	8	50,00	3	0,42	H
T0	8	50,00	3	0,42	H
T4	8	50,00	3	0,42	H
T3	8	50,00	3	0,42	H

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de regresión

Factor peso de la fruta y horas

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	2195,51725	2195,51725	17,6308743	6,4573E-05
Residuos	87	10833,836	124,526851		
Total	88	13029,3533			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

ANEXO E: Análisis estadístico del pH en la fruta.

Resultados experimentales

EDULCORANTE	HORAS	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
T0	8	6,40	6,32	6,30	19,02	6,34
T0	10	6,45	6,25	6,31	19,01	6,34
T0	12	6,53	6,25	6,32	19,10	6,37
T0	14	6,52	6,19	6,28	18,99	6,33
T0	16	6,52	6,50	6,38	19,40	6,47
T0	24	6,52	6,51	6,48	19,51	6,50
T1	8	4,10	4,15	4,21	12,46	4,15
T1	10	4,15	4,16	4,22	12,53	4,18
T1	12	4,18	4,18	4,23	12,59	4,20
T1	14	4,19	4,20	4,25	12,64	4,21
T1	16	4,26	4,24	4,28	12,78	4,26
T1	24	4,30	4,26	4,30	12,86	4,29
T2	8	4,08	4,12	4,10	12,30	4,10
T2	10	4,10	4,16	4,12	12,38	4,13
T2	12	4,10	4,19	4,15	12,44	4,15
T2	14	4,15	4,20	4,18	12,53	4,18
T2	16	4,19	4,22	4,20	12,61	4,20
T2	24	4,20	4,23	4,21	12,64	4,21
T3	8	4,10	4,10	4,05	12,25	4,08
T3	10	4,15	4,14	4,12	12,41	4,14
T3	12	4,16	4,17	4,15	12,48	4,16
T3	14	4,19	4,20	4,18	12,57	4,19
T3	16	4,20	4,21	4,20	12,61	4,20
T3	24	4,20	4,22	4,23	12,65	4,22
T4	8	4,05	4,08	4,07	12,20	4,07
T4	10	4,08	4,10	4,11	12,29	4,10
T4	12	4,10	4,13	4,11	12,34	4,11
T4	14	4,15	4,16	4,16	12,47	4,16
T4	16	4,16	4,17	4,19	12,52	4,17
T4	24	4,16	4,18	4,19	12,53	4,18

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de varianza.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Edulcorante	71,21	4	17,8	6335,56	<0,0001
Horas	0,19	5	0,04	13,46	<0,0001
Edulcorantes * Horas	0,03	20	0,0015	0,55	<0,9325
Error	0,17	60	0,0028		
Total	71,60	89			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Test: Tukey
 Alfa: 0.05
 DMS: 0,17036
 Error: 0,0028

Separación de medias según Tukey

EDULCORANTES	HORAS	MEDIAS	n	E.E.	GRUPO
T4	8	4,07	3	0,03	A
T3	8	4,08	3	0,03	A
T4	10	4,10	3	0,03	AB
T2	8	4,10	3	0,03	AB
T4	12	4,11	3	0,03	AB
T2	10	4,13	3	0,03	ABC
T3	10	4,14	3	0,03	ABC
T2	12	4,15	3	0,03	ABC
T1	8	4,15	3	0,03	ABC
T4	14	4,16	3	0,03	ABC
T3	12	4,16	3	0,03	ABC
T4	16	4,17	3	0,03	ABC
T4	24	4,18	3	0,03	ABC
T2	14	4,18	3	0,03	ABC
T1	10	4,18	3	0,03	ABC
T3	14	4,19	3	0,03	ABC
T1	12	4,20	3	0,03	ABC
T2	16	4,20	3	0,03	ABC
T3	16	4,20	3	0,03	ABC
T2	24	4,21	3	0,03	ABC
T1	14	4,21	3	0,03	ABC
T3	24	4,22	3	0,03	ABC
T1	16	4,26	3	0,03	BC
T1	24	4,29	3	0,03	C
T0	14	6,33	3	0,03	D
T0	10	6,34	3	0,03	DE
T0	8	6,34	3	0,03	DE
T0	12	6,37	3	0,03	DE
T0	16	6,47	3	0,03	DE
T0	24	6,50	3	0,03	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de regresión

Factor pH de la fruta y horas

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0,40204601	0,40204601	0,51463589	0,47506062
Residuos	87	67,9665046	0,78122419		
Total	88	68,3685506			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

ANEXO F: Análisis estadístico de la acidez en la fruta.

Resultados experimentales

REPETICIONES						
EDULCORANTE	HORAS	I	II	III	SUMA	MEDIA
T0	8	0,04	0,04	0,04	0,12	0,04
T0	10	0,04	0,04	0,04	0,12	0,04
T0	12	0,04	0,04	0,04	0,12	0,04
T0	14	0,04	0,04	0,04	0,12	0,04
T0	16	0,04	0,04	0,04	0,12	0,04
T0	24	0,04	0,04	0,04	0,12	0,04
T1	8	0,04	0,03	0,03	0,10	0,03
T1	10	0,04	0,03	0,03	0,10	0,03
T1	12	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03
T1	14	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03
T1	16	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03
T1	24	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03
T2	8	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03
T2	10	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03
T2	12	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03
T2	14	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03
T2	16	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03
T2	24	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03
T3	8	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03
T3	10	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03
T3	12	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03
T3	14	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03
T3	16	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03
T3	24	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03
T4	8	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03
T4	10	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03
T4	12	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03
T4	14	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03
T4	16	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03
T4	24	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de varianza.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Edulcorante	1,40E-03	4	3,40E-04	155	<0,0001
Horas	8,90E-06	5	1,80E-06	0,8	0,5541
Edulcorantes * Horas	3,60E-05	20	1,80E-06	0,8	0,7034
Error	1,30E-04	60	2,20E-06		
Total	1,60E-03	89			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Test: Tukey
 Alfa: 0.05
 DMS: 0.00479
 Error: 0.0000

Separación de medias según Tukey

EDULCORANTES	HORAS	MEDIAS	n	E.E.	GRUPO
T4	10	0,03	3	8,60E-04	A
T1	24	0,03	3	8,60E-04	A
T1	16	0,03	3	8,60E-04	A
T1	14	0,03	3	8,60E-04	A
T4	24	0,03	3	8,60E-04	A
T4	16	0,03	3	8,60E-04	A
T4	14	0,03	3	8,60E-04	A
T4	12	0,03	3	8,60E-04	A
T3	12	0,03	3	8,60E-04	A
T2	24	0,03	3	8,60E-04	A
T3	8	0,03	3	8,60E-04	A
T3	10	0,03	3	8,60E-04	A
T4	8	0,03	3	8,60E-04	A
T3	24	0,03	3	8,60E-04	A
T3	16	0,03	3	8,60E-04	A
T3	14	0,03	3	8,60E-04	A
T2	16	0,03	3	8,60E-04	A
T1	12	0,03	3	8,60E-04	A
T2	8	0,03	3	8,60E-04	A
T2	10	0,03	3	8,60E-04	A
T2	14	0,03	3	8,60E-04	A
T2	12	0,03	3	8,60E-04	A
T1	8	0,03	3	8,60E-04	A
T1	10	0,03	3	8,60E-04	A
T0	12	0,04	3	8,60E-04	B
T0	10	0,04	3	8,60E-04	B
T0	8	0,04	3	8,60E-04	B
T0	24	0,04	3	8,60E-04	B
T0	16	0,04	3	8,60E-04	B
T0	14	0,04	3	8,60E-04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de regresión

Factor acidez y horas

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	2,867E-07	2,867E-07	0,0270865	0,86965655
Residuos	87	0,00092085	1,0585E-05		
Total	88	0,00092114			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

ANEXO G: Análisis estadístico pérdida de masa en fruta representada en porcentaje.

Resultados experimentales

EDULCORANTE	HORAS	REPETICIONES			SUMA	MEDIAS
		I	II	III		
T0	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T0	10	69,38	69,52	69,26	208,16	69,39
T0	12	80,16	78,16	80,06	238,38	79,46
T0	14	82,24	82,30	82,22	246,76	82,25
T0	16	82,30	82,34	82,30	246,94	82,31
T0	24	82,30	82,34	82,30	246,94	82,31
T1	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T1	10	18,00	18,40	18,00	54,40	18,13
T1	12	30,00	30,20	30,40	90,60	30,20
T1	14	36,00	33,00	38,88	107,88	35,96
T1	16	36,00	33,00	38,88	107,88	35,96
T1	24	36,04	33,04	38,90	107,98	35,99
T2	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T2	10	14,00	13,20	15,66	42,86	14,29
T2	12	24,94	23,30	25,52	73,76	24,59
T2	14	26,50	26,82	26,70	80,02	26,67
T2	16	26,50	26,82	26,70	80,02	26,67
T2	24	26,52	26,86	26,74	80,12	26,71
T3	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T3	10	15,00	15,36	16,02	46,38	15,46
T3	12	27,98	29,70	22,68	80,36	26,79
T3	14	31,66	30,04	30,16	91,86	30,62
T3	16	34,18	30,64	30,18	95,00	31,67
T3	24	34,20	30,66	30,20	95,06	31,69
T4	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T4	10	15,78	15,54	15,60	46,92	15,64
T4	12	27,50	24,48	24,40	76,38	25,46
T4	14	31,70	28,96	30,86	91,52	30,51
T4	16	31,70	28,96	30,86	91,52	30,51
T4	24	31,72	29,00	30,90	91,62	30,54

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de varianza.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Edulcorante	27337,09	4	6834,27	3238,00	<0,0001
Horas	20122,14	5	4024,43	1906,73	<0,0001
Edulcorantes * Horas	5523,88	20	276,19	130,86	<0,0001
Error	126,64	60	2,11		
Total	53109,74	89			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Test: Tukey
 Alfa: 0.05
 DMS: 4,66891
 Error: 2,1106

Separación de medias según Tukey

EDULCORANTES	HORAS	MEDIAS	n	E.E.	GRUPO
T0	8	0,00	3	0,84	A
T3	8	0,00	3	0,84	A
T1	8	0,00	3	0,84	A
T2	8	0,00	3	0,84	A
T4	8	0,00	3	0,84	A
T2	10	14,29	3	0,84	B
T3	10	15,46	3	0,84	B
T4	10	15,64	3	0,84	B
T1	10	18,13	3	0,84	B
T2	12	24,59	3	0,84	C
T4	12	25,46	3	0,84	C
T2	14	26,67	3	0,84	CD
T2	16	26,67	3	0,84	CD
T2	24	26,71	3	0,84	CD
T3	12	26,79	3	0,84	CD
T1	12	30,20	3	0,84	DE
T4	14	30,51	3	0,84	DE
T4	16	30,51	3	0,84	DE
T4	24	30,54	3	0,84	DE
T3	14	30,62	3	0,84	DE
T3	16	31,67	3	0,84	EF
T3	24	31,69	3	0,84	EF
T1	14	35,96	3	0,84	F
T1	16	35,96	3	0,84	F
T1	24	35,99	3	0,84	F
T0	10	69,39	3	0,84	G
T0	12	79,46	3	0,84	H
T0	14	82,25	3	0,84	H
T0	24	82,31	3	0,84	H
T0	16	82,31	3	0,84	H

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de regresión

Factor porcentaje pérdida de masa en la fruta y horas.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	8782,06902	8782,06902	17,6308743	6,4573E-05
Residuos	87	43335,3441	498,107404		
Total	88	52117,4132			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

ANEXO H: Análisis estadístico ganancia de masa en los edulcorantes representada en porcentaje.

Resultados experimentales

EDULCORANTES	HORAS	REPETICIONES			SUMA	MEDIAS
		I	II	III		
T0	8	0	0	0	0,00	0,00
T0	10	0	0	0	0,00	0,00
T0	12	0	0	0	0,00	0,00
T0	14	0	0	0	0,00	0,00
T0	16	0	0	0	0,00	0,00
T0	24	0	0	0	0,00	0,00
T1	8	0	0	0	0,00	0,00
T1	10	9,00	9,20	9,00	27,20	9,07
T1	12	15,00	15,10	15,20	45,30	15,10
T1	14	18,00	16,50	19,44	53,94	17,98
T1	16	18,00	16,50	19,44	53,94	17,98
T1	24	18,02	16,52	19,45	53,99	18,00
T2	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T2	10	7,00	6,60	7,83	21,43	7,14
T2	12	12,47	11,65	12,76	36,88	12,29
T2	14	13,25	13,41	13,35	40,01	13,34
T2	16	13,25	13,41	13,35	40,01	13,34
T2	24	13,26	13,43	13,37	40,06	13,35
T3	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T3	10	7,50	7,68	8,01	23,19	7,73
T3	12	13,99	14,85	11,34	40,18	13,39
T3	14	15,83	15,02	15,08	45,93	15,31
T3	16	17,09	15,32	15,09	47,50	15,83
T3	24	17,10	15,33	15,10	47,53	15,84
T4	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T4	10	7,89	7,77	7,80	23,46	7,82
T4	12	13,75	12,24	12,20	38,19	12,73
T4	14	15,85	14,48	15,43	45,76	15,25
T4	16	15,85	14,48	15,43	45,76	15,25
T4	24	15,86	14,50	15,45	45,81	15,27

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de varianza.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Edulcorante	1939,00	4	484,75	937,78	<0,0001
Horas	1898,96	5	379,79	734,73	<0,0001
Edulcorantes * Horas	503,76	20	25,19	48,73	<0,0001
Error	31,01	60	0,52		
Total	4372,73	89			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Test: Tukey
 Alfa: 0.05
 DMS: 2,31056
 Error: 0,5169

Separación de medias según Tukey

EDULCORANTES	HORAS	MEDIAS	N	E.E.	GRUPO
T0	14	0,00	3	0,42	A
T0	16	0,00	3	0,42	A
T1	8	0,00	3	0,42	A
T2	8	0,00	3	0,42	A
T3	8	0,00	3	0,42	A
T4	8	0,00	3	0,42	A
T0	12	0,00	3	0,42	A
T0	10	0,00	3	0,42	A
T0	8	0,00	3	0,42	A
T0	24	0,00	3	0,42	A
T2	10	7,14	3	0,42	B
T3	10	7,73	3	0,42	B
T4	10	7,82	3	0,42	B
T1	10	9,07	3	0,42	B
T2	12	12,29	3	0,42	C
T4	12	12,73	3	0,42	C
T2	14	13,34	3	0,42	CD
T2	16	13,34	3	0,42	CD
T2	24	13,35	3	0,42	CD
T3	12	13,39	3	0,42	CD
T1	12	15,10	3	0,42	DE
T4	14	15,25	3	0,42	DE
T4	16	15,25	3	0,42	DE
T4	24	15,27	3	0,42	DE
T3	14	15,31	3	0,42	DE
T3	16	15,83	3	0,42	EF
T3	24	15,84	3	0,42	EF
T1	14	17,98	3	0,42	F
T1	16	17,98	3	0,42	F
T1	24	18,00	3	0,42	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de regresión

Factor porcentaje ganancia de masa en los edulcorantes y horas.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	940,656565	940,656565	24,4367645	3,6969E-06
Residuos	87	3348,93439	38,4934988		
Total	88	4289,59096			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

ANEXO I: Análisis estadístico ganancia de °Brix en la fruta representado en porcentaje.

Resultados experimentales

EDULCORANTES	HORAS	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
T0	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T0	10	-10,46	-11,76	-13,73	-35,95	-11,98
T0	12	25,49	26,80	28,76	81,05	27,02
T0	14	63,40	62,75	64,05	190,20	63,40
T0	16	63,40	62,09	64,71	190,20	63,40
T0	24	88,24	79,08	80,39	247,71	82,57
T1	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T1	10	114,38	118,30	103,92	336,60	112,20
T1	12	126,80	130,72	116,34	373,86	124,62
T1	14	139,87	143,79	129,41	413,07	137,69
T1	16	139,87	144,44	129,41	413,73	137,91
T1	24	139,87	144,44	129,41	413,73	137,91
T2	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T2	10	74,51	61,44	66,01	201,96	67,32
T2	12	107,19	111,76	103,92	322,88	107,63
T2	14	113,73	118,30	110,46	342,48	114,16
T2	16	113,73	118,95	110,46	343,14	114,38
T2	24	113,73	119,61	110,46	343,79	114,60
T3	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T3	10	53,59	45,10	56,86	155,56	51,85
T3	12	102,61	101,96	105,88	310,46	103,49
T3	14	109,15	108,50	112,42	330,07	110,02
T3	16	109,80	108,50	112,42	330,72	110,24
T3	24	110,46	108,50	112,42	331,37	110,46
T4	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T4	10	94,12	93,46	73,20	260,78	86,93
T4	12	109,80	103,27	103,92	316,99	105,66
T4	14	116,34	109,80	110,46	336,60	112,20
T4	16	117,65	109,80	110,46	337,91	112,64
T4	24	117,65	110,46	110,46	338,56	112,85

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de varianza.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Edulcorante	49169,31	4	12292,33	535,63	<0,0001
Horas	141978,47	5	28395,69	1237,33	<0,0001
Edulcorantes * Horas	16845,79	20	842,29	36,70	<0,0001
Error	1376,95	60	22,95		
Total	209370,52	89			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Test: Tukey
 Alfa: 0.05
 DMS: 15,39542
 Error: 22,9492

Separación de medias según Tukey

EDULCORANTES	HORAS	MEDIAS	n	E.E.	GRUPO
T0	10	-11,98	3	2,77	A
T1	8	0,00	3	2,77	A
T3	8	0,00	3	2,77	A
T4	8	0,00	3	2,77	A
T2	8	0,00	3	2,77	A
T0	8	0,00	3	2,77	A
T0	12	27,02	3	2,77	B
T3	10	51,85	3	2,77	C
T0	14	63,40	3	2,77	CD
T0	16	63,40	3	2,77	CD
T2	10	67,32	3	2,77	DE
T0	24	82,57	3	2,77	EF
T4	10	86,93	3	2,77	F
T3	12	103,48	3	2,77	G
T4	12	105,66	3	2,77	G
T2	12	107,62	3	2,77	G
T3	14	110,02	3	2,77	GH
T3	16	110,24	3	2,77	GH
T3	24	110,46	3	2,77	GH
T4	14	112,20	3	2,77	GH
T1	10	112,20	3	2,77	GH
T4	16	112,64	3	2,77	GH
T4	24	112,86	3	2,77	GH
T2	14	114,16	3	2,77	GH
T2	16	114,38	3	2,77	GH
T2	24	114,60	3	2,77	GH
T1	12	124,62	3	2,77	HI
T1	14	137,69	3	2,77	I
T1	16	137,91	3	2,77	I
T1	24	137,91	3	2,77	I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de regresión

Factor ganancia de °Brix en la fruta representados en porcentaje y horas.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	71605,6454	71605,6454	47,4668192	8,3722E-10
Residuos	87	131243,072	1508,54105		
Total	88	202848,717			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

ANEXO J: Análisis estadístico de humedad del producto final.

Resultados experimentales

EDULCORANTES	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
	I	II	I		
T0	13,65	13,37	13,65	40,67	13,56
T1	10,10	10,07	10,05	30,22	10,07
T2	11,17	11,17	11,05	33,39	11,13
T3	11,06	11,00	11,07	33,13	11,04
T4	11,09	11,03	11,02	33,14	11,05

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de varianza.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Tratamiento	20,20	4	5,05	733,12	<0,0001
Error	0,07	10	0,01		
Total	20,26	14			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Test: Tukey

Alfa: 0.05

DMS: 0.22300

Error: 0.0069

Separación de medias según Tukey

EDULCORANTES	MEDIAS	n	E.E.	GRUPO
T1	10,07	3	0,05	A
T3	11,04	3	0,05	B
T4	11,05	3	0,05	B
T2	11,13	3	0,05	B
T0	13,56	3	0,05	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

ANEXO K: Análisis estadístico de materia seca en el producto final.

Resultados experimentales

EDULCORANTES	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T0	86,35	86,63	86,35	259,33	86,44
T1	89,90	89,93	89,95	269,78	89,93
T2	88,83	88,83	88,95	266,61	88,87
T3	88,94	89,00	88,93	266,87	88,96
T4	88,91	88,97	88,89	266,77	88,95

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de varianza.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Tratamiento	20,20	4	5,05	733,12	<0,0001
Error	0,07	10	0,01		
Total	20,26	14			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Test: Tukey

Alfa: 0.05

DMS: 0.22300

Error: 0.0069

Separación de medias según Tukey

EDULCORANTES	MEDIAS	N	E.E.	GRUPO
T0	86,44	3	0,05	A
T2	88,87	3	0,05	B
T4	88,95	3	0,05	B
T3	88,96	3	0,05	B
T1	89,93	3	0,05	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

ANEXO L: Análisis estadístico de cenizas en el producto final.

Resultados experimentales

EDULCORANTES	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T0	2,61	2,63	2,2	7,44	2,48
T1	0,86	0,72	0,76	2,34	0,78
T2	1,76	1,9	1,5	5,16	1,72
T3	1,86	1,82	1,83	5,51	1,84
T4	1,15	1,26	1,41	3,82	1,27

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de varianza.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Tratamiento	4,87	4	1,22	49,55	<0,0001
Error	0,25	10	0,02		
Total	5,11	14			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Test: Tukey

Alfa: 0.05

DMS: 0.42106

Error: 0.0246

Separación de medias según Tukey

EDULCORANTES	MEDIAS	N	E.E.	GRUPO
T1	0,78	3	0,09	A
T4	1,27	3	0,09	B
T2	1,72	3	0,09	C
T3	1,84	3	0,09	C
T0	2,48	3	0,09	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

ANEXO M: Análisis estadístico de mohos en el producto final.

Resultados experimentales

REPETICIONES					
EDULCORANTES	I	II	III	SUMA	MEDIA
T0	500	500	250	1250	416,67
T1	500	500	250	1250	416,67
T2	750	250	500	1500	500,00
T3	500	500	250	1250	416,67
T4	500	750	250	1500	500,00

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de varianza.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Tratamiento	25000,00	4	6250	0,17	0,9505
Error	375000,00	10	37500		
Total	400000,00	14			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Test: Tukey

Alfa: 0.05

DMS: 520,36579

Error: 37500,0000

Separación de medias según Tukey

EDULCORANTES	MEDIAS	n	E.E.	GRUPO
T3	416,67	3	111,80	A
T1	416,67	3	111,80	A
T0	416,67	3	111,80	A
T4	500,00	3	111,80	A
T2	500,00	3	111,80	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

ANEXO N: Análisis estadístico de levaduras en el producto final.

Resultados experimentales

EDULCORANTES	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T0	250	250	500	1000	333,33
T1	1000	250	250	1500	500,00
T2	500	250	500	1250	416,67
T3	500	250	250	1000	333,33
T4	500	500	500	1500	500,00

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de varianza.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Tratamiento	83333,33	4	20833,33	0,42	0,7931
Error	500000,00	10	50000,00		
Total	583333,33	14			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Test: Tukey

Alfa: 0.05

DMS: 600,86665

Error: 50000,0000

Separación de medias según Tukey

EDULCORANTES	MEDIAS	N	E.E.	GRUPO
T0	333,33	3	129,10	A
T3	333,33	3	129,10	A
T2	416,67	3	129,10	A
T1	500,00	3	129,10	A
T4	500,00	3	129,10	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

ANEXO Ñ: Análisis estadístico de Salmonella en el producto final.

Resultados experimentales

EDULCORANTES	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T0	0	0	0	0	0
T1	0	0	0	0	0
T2	0	0	0	0	0
T3	0	0	0	0	0
T4	0	0	0	0	0

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de varianza.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,00	4	0,00	sd	sd
Error	0,00	10	0,00		
Total	0,00	14			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Test: Tukey

Alfa: 0.05

DMS: ---

Error: ---

ANEXO O: Análisis estadístico de Escherichia Coli en el producto final.

Resultados experimentales

EDULCORANTES	REPETICIONES			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T0	0	0	0	0	0
T1	0	0	0	0	0
T2	0	0	0	0	0
T3	0	0	0	0	0
T4	0	0	0	0	0

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Análisis de varianza.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,00	4	0,00	sd	sd
Error	0,00	10	0,00		
Total	0,00	14			

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

Test: Tukey

Alfa: 0.05

DMS: ---

Error: ---

ANEXO P: Resultados de la prueba de aceptabilidad para el deshidratado osmótico de mando haden.

PRUEBA DE ACEPTABILIDAD								
Tratamiento	Me gusta mucho	Me gusta	Ni me gusta ni me disgusta	Me disgusta	Me disgusta mucho	Evaluaciones	Ecuación	Calificación
T0	44	26	64	10	6	150	542	3,6
T1	67	32	32	15	4	150	593	4,0
T2	12	41	63	31	3	150	478	3,2
T3	44	32	47	18	9	150	534	3,6
T4	33	35	17	58	7	150	479	3,2

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
T0	Mango sin edulcorantes
T1	Mango con miel de abeja
T2	Mango con miel de caña
T3	Mango con glucosa líquida
T4	Mango con jarabe invertido

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

PUNTUACIÓN	ATRIBUTO
5	Me gusta Mucho
4	Me gusta
3	Ni me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta
1	Me disgusta mucho

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

ANEXO Q: Resultados de los análisis microbiológicos de la materia prima.

AGENTES MICROBIANOS								
Tratamiento	NUP Mohos/gr (120H)		NUP Levaduras/gr (120H)		NMP. Coli /gr (48H)		No se aisló Salmonella en 1 gr de muestra examinada (48H)	
	Repeticiones	UFC/gr	Repeticiones	UFC/gr	Repeticiones	UFC/gr	Repeticiones	UFC/gr
Mango	R1	No evaluado	R1	No evaluado	R1	0	R1	0
	R2	No evaluado	R2	No evaluado	R2	0	R2	0
	R3	No evaluado	R3	No evaluado	R3	0	R3	0
Miel	R1	0	R1	No evaluado	R1	No evaluado	R1	No evaluado
	R2	0	R2	No evaluado	R2	No evaluado	R2	No evaluado
	R3	0	R3	No evaluado	R3	No evaluado	R3	No evaluado
Miel de caña	R1	0	R1	0	R1	No evaluado	R1	No evaluado
	R2	0	R2	0	R2	No evaluado	R2	No evaluado
	R3	0	R3	0	R3	No evaluado	R3	No evaluado
Glucosa	R1	0	R1	0	R1	No evaluado	R1	No evaluado
	R2	0	R2	0	R2	No evaluado	R2	No evaluado
	R3	0	R3	0	R3	No evaluado	R3	No evaluado
Jarabe invertido	R1	0	R1	0	R1	No evaluado	R1	No evaluado
	R2	0	R2	0	R2	No evaluado	R2	No evaluado
	R3	0	R3	0	R3	No evaluado	R3	No evaluado

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

ANEXO R: Resultados de las pruebas microbiológicas realizadas al deshidratado osmótico de mango haden.

Tratamiento	AGENTES MICROBIANOS							
	NUP Mohos/gr (120H)		NUP Levaduras/gr (120H)		NMP. Coli /gr (48H)		No se aisló Salmonella en 1 gr de muestra examinada (48H)	
	Repeticiones	UFC/gr	Repeticiones	UFC/gr	Repeticiones	UFC/gr	Repeticiones	UFC/gr
T0	R1	5.0x10 ²	R1	2.5x10	R1	0	R1	0
	R2	5.0x10 ²	R2	2.5x10	R2	0	R2	0
	R3	2.5x10 ²	R3	5.0x10	R3	0	R3	0
T1	R1	5.0x10 ²	R1	1.0x10 ³	R1	0	R1	0
	R2	5.0x10 ²	R2	2.5x10	R2	0	R2	0
	R3	2.5x10 ²	R3	2.5x10 ²	R3	0	R3	0
T2	R1	7.5x10 ²	R1	5.0x10 ²	R1	0	R1	0
	R2	2.5x10 ²	R2	2.5x10 ²	R2	0	R2	0
	R3	5.0x10 ²	R3	5.0x10 ²	R3	0	R3	0
T3	R1	5.0x10 ²	R1	5.0x10 ²	R1	0	R1	0
	R2	5.0x10 ²	R2	2.5x10 ²	R2	0	R2	0
	R3	2.5x10 ²	R3	5.0x10 ²	R3	0	R3	0
T4	R1	5.0x10 ²	R1	5.0x10 ²	R1	0	R1	0
	R2	7.5x10 ²	R2	5.0x10 ²	R2	0	R2	0
	R3	2.5x10 ²	R3	5.0x10 ²	R3	0	R3	0

Elaborado por: Caguas, Jairon, 2020

\