

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA DE PROCESOS
ESCUELA PROFESIONAL: INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA OSMODESHIDRATACIÓN DE KIÓN
(*Zingiber officinale roscoe*) CON TRES DIFERENTES CONCENTRACIONES
DE SACAROSA**

Tesis presentado por:
Bach. Jorge Apaza Vargas.
Para optar el Título Profesional de:
Ingeniero en industrias Alimentarias.

Asesor: Ing. Hilka Mariela Carrión Sánchez

QUILLABAMBA, CUSCO, PERU

2021

DEDICATORIA

A Dios:

Por demostrarme cada día su amor.

A mis padres:

Porfirio y Justina que gracias a sus consejos y palabras de aliento me han ayudado a crecer como persona y a luchar por lo que quiero, gracias por enseñarme valores que me han llevado a alcanzar una gran meta. Los quiero mucho.

A mis hermanas:

Verónica, Silvia, Yessica gracias por su apoyo, cariño y por estar en los momentos más importantes de mi vida. Este logro también es de ustedes.

A mi asesor:

Por el tiempo dedicado y paciencia en la elaboración de esta meta.

A mis amigos(as):

Por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A mi familia, mis docentes, mis amigos (as)...

A la Ing. HILKA MARIELA CARRIÓN SÁNCHEZ por su gran apoyo, tiempo dedicado, orientación en la elaboración de este trabajo de investigación.

La universidad me dio la bienvenida al mundo como tal, las oportunidades que me ha brindado son incomparables, y antes de todo esto ni pensaba que fuera posible que algún día si quiera me topara con una de ellas.

Agradezco mucho por la ayuda de mis maestros, mis compañeros, y a la universidad en general por todo lo anterior en conjunto.

“GRACIAS”

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1.1. Formulación del problema.....	3
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.2.1. Objetivo General.....	4
1.2.2. Objetivos Específicos.....	4
1.3. HIPOTESIS.....	5
1.3.1. Hipótesis General.....	5
1.3.2. Hipótesis Específicos.....	5
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	6
1.4.1. Tecnológica.....	6
1.4.2. Salud.....	6
II. MARCO TEORICO.....	8
2.1. ANTECEDENTES.....	8
2.2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.2.1. Cultivo de Kión o Jengibre.....	12
2.2.2. Osmodeshidratación o Deshidratación osmótica (DO).....	16
2.2.3. Sacarosa.....	35
2.2.4. Análisis sensorial.....	37
2.2.5. Diseño experimental.....	41
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	45
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	45
3.2. MATERIALES.....	45
3.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	46
3.3.1. Tipo y nivel de la Investigación.....	46
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	58
4.1. INFLUENCIA DE TEMPERATURA CON EL TIEMPO DE OSMODESHIDRATACIÓN DEL KIÓN (<i>Zingiber officinale roscoe</i>).....	58
4.2. INFLUENCIA DE LA SOLUCIÓN OSMODESHIDRATANTES (PÉRDIDA DE PESO, GANANCIA DE SÓLIDOS SOLUBLES Y PÉRDIDA DE AGUA).....	68
4.2.1. Pérdida de peso.....	68
4.2.2. Ganancia de solidos solubles.....	70

4.2.3. Pérdida de agua.....	73
4.3. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE EFECTIVO DE DIFUSIÓN DEL KIÓN (<i>Zingiber officinale roscoe</i>) OSMODESHIDRATADO MEDIANTE EL MODELO MATEMÁTICO DE CRANK , HAWKES Y FLINK.....	75
4.3.1. Modelo matemático de CRANK.....	75
4.3.2. Modelo matemático de HAWKES Y FLINK.....	83
4.4. ACEPTACIÓN SENSORIAL DEL KIÓN (<i>Zingiber officinale roscoe</i>) OSMODESHIDRATADO EN LAS TRES CONCENTRACIONES DE SACAROSA.	89
4.5. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL KIÓN (<i>Zingiber officinale roscoe</i>) OSMODESHIDRATADO.....	93
4.5.1. Características Físicoquímicas.....	93
4.5.2. Característica Microbiológico.....	94
V. CONCLUSIÓN.....	96
VI. RECOMENDACIONES.....	98
VII. BIBLIOGRAFÍA.	99
VIII. ANEXOS	105

ÍNDICE DE CUADROS

TABLA 1. Tipos básicos de pruebas en el análisis sensorial aplicado a los alimentos.	40
TABLA 2. Determinación del porcentaje de humedad en función al Tiempo de Osmodeshidratación del kión (<i>Zingiber officinale roscoe</i>) a una Temperatura de 15°C en concentraciones de 50°, 60° y 70°Brix (Control de peso promedio de la muestra hasta llegar el equilibrio).	63
TABLA 3. Determinación del porcentaje de humedad en función al Tiempo de Osmodeshidratación del kión (<i>Zingiber officinale roscoe</i>) a una Temperatura de 30°C en concentraciones de 50°, 60° y 70°Brix (Control de peso promedio de la muestra hasta llegar el equilibrio).	65
TABLA 4. Resultados experimentales de la pendiente de la ecuación y coeficiente de determinación de acuerdo a las Figuras N°5 y N° 6; cálculo del Coeficiente efectiva de difusión para el modelo CRANCK.	78
TABLA 5. Resultados experimentales para el cálculo de pérdida de agua mediante la ecuación del modelo CRANCK para el kión (<i>Zingiber officinale roscoe</i>) osmodeshidratado con espesor de 0.01cm de muestra.	81
TABLA 6. Calidad de ajuste según el porcentaje de error medio relativo (%E) aplicada para el Modelo CRANCK.	82
TABLA 7. Resultados experimentales para el cálculo de pérdida de agua y ecuación del modelo HAWKES Y FLINK del kión (<i>Zingiber officinale roscoe</i>) osmodeshidratado con una longitud de 0.923cm.	85
TABLA 8. Resultados experimentales del cálculo del Coeficiente efectiva de difusión según el modelo matemático HAWKES Y FLINK.	87

TABLA 9. Calidad de ajuste según el porcentaje de error medio relativo (%E) aplicada para el Modelo HAWKES Y FLINK.88

TABLA A.1. Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado en las concentraciones 50°, 60° y 70° Brix a una temperatura de 15°C.....110

TABLA A.2.Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado en las concentraciones 50°, 60° y 70° Brix a una temperatura de 30°C.....111

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 10. Composición Nutricional del Kion. 15

TABLA 11. Dulzor de algunos azúcares y sustitutos del azúcar.37

TABLA 12. Preparación de solución osmótica de sacarosa.....49

TABLA 13. Arreglo matricial.50

TABLA 14. Kión osmodeshidratado a tres concentraciones de sacarosa y dos temperaturas.55

TABLA 15. Parámetros de control de las características fisicoquímicas y métodos de ensayo en el kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado.....56

TABLA 16. Parámetros de control de las características microbiológicas y métodos de ensayo en el kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado.57

TABLA 17. Análisis de varianza (ANOVA) del para el Kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado que descompone los datos en dos grupos.90

TABLA 18. Pruebas de rango múltiple de la lista de Opciones tabulares por el Método: 95.0% de Tukey HSD para el Kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado.....90

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Difusión molecular en estado estacionario.	28
FIGURA 2. Difusión molecular de dos especies.	28
FIGURA 3. Difusión en estado estacionario.	29
FIGURA 4. Difusión en estado no estacionario.	30
FIGURA 5. Modelo general de un proceso o sistema experimental.	41
FIGURA 6. Diagrama de flujo para el kión (<i>Zingiber officinale roscoe</i>) osmodeshidratado.	47
FIGURA 7. Diseño experimental de la Osmodeshidratación del Kión (<i>Zingiber officinale roscoe</i>).	52
FIGURA 8. Evolución del porcentaje de humedad para kión (<i>Zingiber officinale roscoe</i>) osmodeshidratado en función al tiempo en las concentraciones 50°, 60° y 70° Brix a una temperatura de 15°C.	65
FIGURA 9. Evolución del porcentaje de humedad para kión (<i>Zingiber officinale roscoe</i>) osmodeshidratado en función al tiempo en las concentraciones 50°, 60° y 70° Brix a una temperatura de 30°C.	66
FIGURA 10. Resultados experimentales y coeficiente de determinación del modelo CRANCK para el coeficiente efectivo de difusión del kión (<i>Zingiber officinale roscoe</i>) osmodeshidratado a una temperatura experimental de 15°C.	76
FIGURA 11. Resultados experimentales y coeficiente de determinación del modelo CRANCK para el coeficiente efectivo de difusión del kión (<i>Zingiber officinale roscoe</i>) osmodeshidratado a una temperatura experimental de 30°C.	77

FIGURA 12 . Resultados experimentales y coeficiente de determinación del modelo HAWKES Y FLINK para la coeficiente efectiva de difusión del kión (<i>Zingiber officinale roscoe</i>) osmodeshidratado con una longitud de diámetro de 0.923cm a una temperatura de 15°C.....	84
FIGURA 13. Resultados experimentales y coeficiente de determinación del modelo HAWKES Y FLINK para la coeficiente efectiva de difusión del kión (<i>Zingiber officinale roscoe</i>) osmodeshidratado con una longitud de diámetro de 0.923cm a una temperatura de 30°C.....	85
FIGURA 14. Evaluación sensorial Media del kión (<i>Zingiber officinale roscoe</i>) osmodeshidratado.....	91
FIGURA B.1. Influencia de la solución osmótica (pérdida de peso, ganancia de solutos y pérdida de agua) del kión (<i>Zingiber officinale roscoe</i>) osmodeshiritado a una concentración de 50°Brix con una temperatura de 15°C para el Tratamiento Ya correspondiente al Cuadro N° 3.....	106
FIGURA B.2. Influencia de la solución osmótica (pérdida de peso, ganancia de solutos y pérdida de agua) del kión (<i>Zingiber officinale roscoe</i>) osmodeshiritado a una concentración de 60°Brix con una temperatura de 15°C para el Tratamiento Yb correspondiente al Cuadro N° 3.....	106
FIGURA B.3. Influencia de la solución osmótica (pérdida de peso, ganancia de solutos y pérdida de agua) del kión (<i>Zingiber officinale roscoe</i>) osmodeshiritado a una concentración de 70°Brix con una temperatura de 15°C para el Tratamiento Yc correspondiente al Cuadro N° 3.....	107
FIGURA B.4. Influencia de la solución osmótica (pérdida de peso, ganancia de solutos y pérdida de agua) del kión (<i>Zingiber officinale roscoe</i>) osmodeshiritado a una concentración	

de 50°Brix con una temperatura de 30°C para el Tratamiento Yd correspondiente al Cuadro N° 4.....107

FIGURA B.5. Influencia de la solución osmótica (pérdida de peso, ganancia de solutos y pérdida de agua) del kió (Zingiber officinale roscoe) osmodeshidratado a una concentración de 60°Brix con una temperatura de 30°C para el Tratamiento Ye correspondiente al Cuadro N° 4.108

FIGURA B.6. Influencia de la solución osmótica (pérdida de peso, ganancia de solutos y pérdida de agua) del kió (Zingiber officinale roscoe) osmodeshidratado a una concentración de 70°Brix con una temperatura de 30°C para el Tratamiento Yf correspondiente al Cuadro N° 4.....108

FIGURA B.7. Resultados experimentales y coeficiente de determinación del modelo CRANCK para el coeficiente efectivo de difusión del kió (Zingiber officinale roscoe) osmodeshidratado a una temperatura experimental de 15°C.109

FIGURA B.8. Resultados experimentales y coeficiente de determinación del modelo CRANCK para el coeficiente efectivo de difusión del kió (Zingiber officinale roscoe) osmodeshidratado a una temperatura experimental de 30°C.109

RESUMEN

El presente trabajo intitulado “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA OSMODESHIDRATACIÓN DE KIÓN (*Zingiber officinale roscoe*) CON TRES DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SACAROSA”, se realizó en el Laboratorio de la FACAT de la UNSAAC; con el objetivo de determinar el efecto de osmodeshidratación mediante el diseño al azar con arreglo combinatorio al experimento factorial sobre la muestra del kión (*Zingiber officinale roscoe*), con el Agentes Osmodeshidratante (sacarosa) a tres Concentraciones (50°, 60° y 70°Brix) y dos Temperaturas experimentales (15° y 30°C) con tres repeticiones para cada combinación, siendo el total de ensayos de 18 tratamientos; cuya relación materia prima (kión): solución es de 1:10. Se determinó la variación de peso a los 1 min. para 15°C en un tiempo de 42 - 45 min y para la T° experimental de 30°C cada 3 min en un tiempo de 31 - 34min; teniendo como respuestas experimentales como: Pérdida de peso (WR), Pérdida de Agua (LW) y Ganancia de Sólidos (SG). Se realizó además el cálculo del coeficiente de Difusión efectiva mediante la aplicación de los modelos matemáticos CRANK y HAWKES Y FLINK en la que de acuerdo al coeficiente de determinación y el % de error relativo promedio el modelo matemático HAWKES Y FLINK ajusta para el kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado a la temperatura de 15°C con un valor de coeficiente de difusión de 0.018cm²/min; Se puede observar que en el análisis sensorial se logró determinar la aceptación a la muestra C con una concentración de 60° Brix a una T° de 15°C, seguidamente por las muestras B (T° =30°C y 50°Brix), muestra A (T° = 15°C y 50°Brix) y muestra E (T° = 15°C y 70°Brix) en relación a las muestras F y D no obtuvieron aceptación por el análisis sensorial del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado; con respecto al análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados a los resultados obtenidos de kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado en la que el % de proteínas a disminuido en 1% y carbohidratos se ha incrementado en 10% - 14%; conservando su propiedad nutricional, en

cuanto al análisis microbiológico se encuentra libre de patógenos encontrándose apto para el consumo humano.

Autor: El Tesista.

I. INTRODUCCIÓN.

Refugio Polo Benny Alberto (2018), manifiesta que el kión (*Zingiber officinale roscoe*), también conocido como Jengibre, es una de las especias más versátiles existentes ya que su raíz del tipo de un rizoma puede comercializarse con un mínimo procesamiento: fresca, o mediante el empleo de diversas tecnologías de transformación: deshidratada, molida, encurtida, caramelizada, entre otras. Esta versatilidad permite su uso tanto en la gastronomía como en la industria de alimentos.

Lenart y Flink, (1984), mencionan que la Osmodeshidratación o Deshidratación Osmótica (DO) consiste en sumergir un producto alimenticio en una solución con una alta presión osmótica, lo cual crea un gradiente de potencial químico entre el agua contenida en el alimento y el agua en la solución, 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.

Yupanqui Cristobal, Edith Angela (2010), manifiestan que este método permite obtener productos de humedad intermedia, los cuales pueden ser tratados posteriormente por otros métodos. Esta combinación permite, aumentar la vida útil y mejorar las características sensoriales de los productos tratados. Requiere equipos de bajo costo y las sustancias utilizadas como solutos, son de origen natural y de fácil adquisición en el mercado (sacarosa) permitiendo que pequeños procesadores puedan acceder a ella por los bajos costos de inversión.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Gorriti (1993), manifiesta que el kión (*Zingiber officinale roscoe*) es una raíz rica en antioxidantes, brindan olor y color característico, así como un sabor pungente. Siendo este de fácil cultivo, propicio para el clima presente en nuestro país.

Panadés (1996), señala que en el proceso de osmodeshidratación ocurre una salida importante de agua desde el producto hacia la solución, una entrada de soluto desde la solución hacia el alimento y una mínima pérdida de solutos propios del alimento, en el cual el agua se elimina sin cambio de fase considerándose como el fenómeno de transferencia de masa. El kión es normalmente usado como condimento, conllevando esto su consumo en cantidades reducidas, por ello se plantea la obtención del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado utilizando como soluto a la sacarosa (azúcar de mesa); permitiendo esto evaluar la influencia de temperatura y tiempo en la osmodeshidratación así mismo como los efectos de las soluciones osmodeshidratantes como: pérdida de peso, pérdida de agua y ganancia de sólidos solubles; este proceso es como una nueva forma de aprovechar sus propiedades de manera concentrada; siendo este un método de conservación para su almacenamiento y tener disponibilidad del producto como materia prima para darle un valor agregado e industrialización en todo periodo del año.

1.1.1. Formulación del problema.

- Formulación del problema general.

¿Cuál es el efecto de la osmodeshidratación de kión (*Zingiber officinale roscoe*) con tres diferentes concentraciones de sacarosa?

- Formulación del problema específico.

- I. ¿Qué influencia tiene la temperatura con el tiempo de osmodeshidratación del kión (*Zingiber officinale roscoe*) en las tres concentraciones de sacarosa?
- II. ¿Cuál es la influencia de la solución osmodeshidratante (pérdida de peso, ganancia de sólidos solubles y pérdida de agua) en el kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado en las tres concentraciones de sacarosa?
- III. ¿Cuál es el coeficiente efectivo de difusión del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado mediante el modelo matemático de CRANCK y HAWKES Y FLINK?
- IV. ¿Qué aceptación sensorial obtiene el kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado en las tres concentraciones de sacarosa?
- V. ¿Cuáles son las características fisicoquímicas y microbiológicas del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado?

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.2.1. Objetivo General.

Evaluar el efecto de la osmodeshidratación de kión (*Zingiber officinale roscoe*) con tres diferentes concentraciones de sacarosa sobre el coeficiente de difusión y aceptación sensorial.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- I. Evaluar la influencia de temperatura con el tiempo de osmodeshidratación del kión (*Zingiber officinale roscoe*) en las tres concentraciones de sacarosa.
- II. Evaluar la influencia de la solución osmodeshidratante (pérdida de peso, ganancia de sólidos solubles y pérdida de agua) en el kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado en las tres concentraciones de sacarosa.
- III. Determinar el coeficiente efectivo de difusión del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado mediante el modelo matemático de CRANCK y HAWKES Y FLINK.
- IV. Realizar la aceptación sensorial del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado en las tres concentraciones de sacarosa.
- V. Evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado.

1.3. HIPOTESIS.

1.3.1. Hipótesis General.

Una de las tres concentraciones de sacarosa presentará efectos favorables en la osmodeshidratación de kión (*Zingiber officinale roscoe*).

1.3.2. Hipótesis Específicos.

- I. El tiempo de osmodeshidratación del kión (*Zingiber officinale roscoe*) está en función directa a la Temperatura.
- II. La solución osmodeshidratante ocasiona pérdida de peso, ganancia de sólidos solubles y pérdida de agua en el kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado.
- III. El modelo matemático de CRANCK se ajusta con el coeficiente efectivo de difusión del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado.
- IV. El kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado es aceptado sensorialmente.
- V. El kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado cumple con las características fisicoquímicas y microbiológicas.

1.4. JUSTIFICACIÓN.

1.4.1. Tecnológica.

Lenart y Flink (1984), investigaron los criterios para definir el punto final en la concentración osmótica y la influencia de factores tales como el tipo de soluto, la concentración de la solución, la temperatura y la agitación, sobre la distribución espacial de los sólidos y la humedad de la materia prima; encontrando así que el estado de equilibrio ocurría cuando se igualaba la actividad acuosa del producto y de la solución osmótica, desarrollando un modelo para determinar el mecanismo de transferencia de masa en el proceso osmótico. Por lo expuesto nace el interés de aplicar este proceso tecnológico de la osmodeshidratación como una alternativa potencial y operación complementaria a los procesos convencionales como el secado, congelación entre otros, esto porque el proceso puede ser llevado a cabo a diferentes temperaturas, resultando un producto de alta calidad y bajos costos de operación se puede formar un sistema donde se desarrolle el proceso de la osmosis.

La osmodeshidratación del kión (*Zingiber officinale roscoe*) es una alternativa de procesamiento con fines de prolongar su vida útil, debido a que conserva sus características en cuanto a calidad organoléptica, nutricional y funcionalidad siendo esta una opción muy ventajosa para los productores, puesto que les permite asegurar mercado aun en épocas de déficit, permitiendo esto ser utilizado como materia prima para su industrialización, mejorando esto el nivel de ingreso a los agricultores.

1.4.2. Salud.

El kión (*Zingiber officinale roscoe*) tiene propiedades beneficiosas para la salud por sus bondades curativas como afecciones estomacales, amigdalitis, gripe, inflamación a la garganta, malaria, reumatismo, incluso para el dolor. Por este motivo, surgió el interés para el

desarrollo de la presente investigación con fines de promover y aumentar el consumo de este producto.

II. MARCO TEORICO.

2.1. ANTECEDENTES.

MELLADO HUAMÁN, Julia (2017), Investigación en: “Evaluación del proceso de transferencia de masa en la deshidratación osmótica en pulpa de guanábana (*Annona muricata L.*) con dos agentes osmodeshidratantes”, Facultad de Ingeniería de Procesos, C.P. Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco; evaluó el proceso de transferencia de masa de la deshidratación osmótica mediante el diseño factorial empleado de: 2 Agentes osmodeshidratantes x 3 Concentraciones (50°, 60° y 70 ° Brix) x 3 Replicas teniendo así 18 tratamientos; con una relación fruta: solución de 1:10. Se determinó la variación de peso cada 02 horas, mientras que la transferencia de masa en la deshidratación osmótica se determina mediante las respuestas experimentales como: Pérdida de peso (WR), Pérdida de Agua (WL) y Ganancia de Sólidos (SG) durante 10 horas. Se realizó además el cálculo del coeficiente de Difusión efectiva mediante la aplicación de los modelos matemáticos HAWKES Y FLINK y CRANCK en la que de acuerdo al coeficiente de determinación y el % de error relativo promedio el modelo matemático HAWKES Y FLINK se ajusta para la deshidratación osmótica de la pulpa de guanábana con un rango de coeficiente de difusión de 16.8543cm²/seg. a 68.1841cm²/seg.; así mismo se pudo observar que el mejor tratamiento para la deshidratación osmótica para la pulpa de guanábana (*Annona muricata L.*) es para el agente osmodeshidratante de la miel a una concentración de solución de 70°Brix.

GARCÍA TOLEDO José A., RUIZ LÓPEZ Irving I., MARTÍNEZ SÁNCHEZ Cecilia E., RODRÍGUEZ MIRANDA Jesús, CARMONA GARCÍA Roselis, TORRUCO UCO Juan G. (2015), Investigación en: “Efecto de la deshidratación osmótica sobre las propiedades físicas y químicas de jengibre mexicano (*Zingiber officinale var. Gran Caimán*)”, Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Instituto Tecnológico de Tuxtepec; el objetivo de este

estudio fue evaluar el efecto de la deshidratación osmótica del jengibre sobre las propiedades de color, contenido total de polifenoles (TPC) y capacidad antioxidante (AC). Las muestras frescas se pretrataron con escaldado (100 ° C / 1,0 minuto). La cinética de pérdida de agua (WL) y ganancia de sólidos (SG) se realizó utilizando tres concentraciones de sacarosa: 35%, 50% y 65% a tres temperaturas: 40 ° C, 55 ° C y 70 ° C. La cinética simulada de WL y SG mediante el modelo de difusión para cubos promedió una R² de 0,95. Las difusividades para agua y sólidos por la Ley de Fick obtuvieron valores máximos de 6.81×10^{-7} y 2.65×10^{-7} m²/s, respectivamente. Se obtuvieron resultados de WL hasta 60,83% y SG 32,24%. Los tratamientos de jengibre sin blanquear (GWB) a 40 ° C con 35% y 50% de sacarosa, respectivamente, mostraron un color de jengibre fresco similar. Los tratamientos de GWB mostraron el TPC más alto usando sacarosa al 50% a 40 ° C (753 µg GAE / mL) y AC (341,96 mg AAE / mL).

BAMBICHA R. Ruth, AGNELLI E. Miriam y MASCHERONI H. Rodolfo (2011), Investigación en: “Optimización del proceso de deshidratación osmótica de calabacita (*Cucurbita moschata*) en soluciones ternarias” Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata –Argentina; el estudio se realizó mediante la aplicación de la metodología de superficie de respuesta (MSR), se determinaron las condiciones óptimas para lograr una máxima pérdida de agua (WL) y reducción de peso (WR) y una mínima ganancia de sólidos (SG), contenido de humedad normalizada (NMC) y cambio de color (CC) de la deshidratación osmótica (DO) de calabacita (*Cucurbita moschata*) en soluciones ternarias (agua/sacarosa/cloruro de sodio) realizada en 32 ejecuciones (n), establecidas por un diseño de composición Central 23 que evaluó los efectos de los factores: concentración de sacarosa (40, 50 y 60 °Brix), concentración de cloruro de sodio (3, 6 y 9 g/100g) y tiempo de ensayo (1, 2 y 3 h). El modelo propuesto tuvo una buena correlación con los datos experimentales (p>0.05). Las condiciones óptimas obtenidas para el

proceso de deshidratación osmótica fueron: 60° Brix + 6.39%, concentraciones de sacarosa y sal respectivamente, y un tiempo de proceso de 2 h y 24 min.

MALDONADO Silvina, SANTAPAOLA Julia Eleonora, SINGH Judith, TORREZ Martín y GARAY Alejandra (2007), Investigación en: “Cinética de la transferencia de masa durante la deshidratación osmótica del yacón (*Smallanthus sonchifolius*)” en el Laboratorio de investigación de Ingeniería para el Desarrollo Agroindustrial Regional, Centro de Investigación de Tecnología de Alimentos, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy -Argentina, Los objetivos de este trabajo de investigación fueron determinar: 1) la cinética de deshidratación osmótica de yacón, utilizando sacarosa como soluto; 2) el ajuste de la ecuación de Peleg a los datos experimentales; y 3) el coeficiente de difusión usando la ecuación de Hawkes y Flink. La fruta se peló y cortó en placas de 3 x 3 x 0,3 cm. Se la deshidrató osmóticamente con solución de sacarosa al 40% (p/p), hasta $a_w = 0,97$. El proceso se realizó a temperatura de 25 °C y con agitación continua (105 rpm). Se determinó la pérdida de peso de las muestras, la ganancia de sólidos y la retención de agua. Los parámetros obtenidos para el ajuste de pérdida de agua y ganancia de sólidos son respectivamente: k_1 : 8,2 0,1 y k_2 : 0,53 ± 0,06; k_1 : 234 ± 8 y k_2 : 2,6 ± 0,5. La mayor transferencia de masa, tanto de agua como de soluto, ocurre durante los primeros 60 a 90 minutos de proceso, lográndose una ganancia media de sólidos de 9,5 [g.100 g⁻¹ MF] y una pérdida de agua de 68,8 [g.100 g⁻¹MF]. Se puede asegurar que es posible aplicar satisfactoriamente el proceso de deshidratación osmótica en yacón como pre tratamiento de conservación.

RÍOS PÉREZ Margarita María; MÁRQUEZ CARDOZO Carlos Julio y CIRO VELÁSQUEZ Héctor José (2005), Investigación en: “Deshidratación osmótica de frutos de papaya hawaiana (*Carica papaya L.*) en cuatro agentes edulcorantes Trozos de papaya hawaiana (*Carica papaya L.*)”, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Colombia;

estudió el proceso de osmodeshidratación usando cuatro agentes edulcorantes: miel de abejas, miel de caña, crema de miel de abejas y sacarosa en medio acuoso a 79 grados Brix, temperatura de 20 °C y 23 horas de inmersión. Los resultados estadísticos mostraron que el agente de mayor capacidad deshidratante fue la miel de abejas y el menor la sacarosa. Además, los análisis cinéticos indicaron que la máxima transferencia de masa ocurre en las primeras cuatro horas del proceso y la máxima pérdida de masa del producto que puede ser alcanzada fue de 32 % con un contenido de humedad final en los frutos de papaya osmodeshidratada de 41,3 % b.h.

MENESES PERALTA JUAN ENRIQUE (2017) Investigación en: “Deshidratación osmótica como pre tratamiento en la conservación de mora (*rubus glaucus*) y uchuva (*physalis peruviana l.*)”, Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías, Universidad del Quindío – Colombia. Este estudio se desarrolla en geometrías semiesféricas (mitades) sometidas a deshidratación osmótica en disoluciones de sacarosa a 25, 35, 45, 55 y 65°Brix a temperatura ambiente. Los procesos se llevan a cabo a presión atmosférica, con y sin aplicación de pulso a vacío (117 mm Hg durante 10 minutos al inicio del proceso). La cinética se determina en tiempos cortos (300 min), mientras que el equilibrado se realiza en tiempos largos (720 horas). En ambos casos se analiza la ganancia de azúcar, pérdida de agua, variación de masa y volumen de las muestras. La cinética de la mora muestra la mejor respuesta en el tratamiento con disolución de sacarosa a 65°Brix y con pulso a vacío, y el equilibrio se alcanza entre 72 y 144 horas, mientras que la cinética de deshidratación en la uchuva presenta una buena respuesta en disoluciones a 65 y 55°Brix y presión atmosférica, y el equilibrio es alcanzado a las 72 horas.

2.2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.2.1. Cultivo de Kión o Jengibre.

Vergara, J (2007), señala que el Jengibre pertenece a la clase de las monocotiledóneas y tiene la siguiente clasificación taxonómica realizada por.

Reino : Plantae

División : Fanérogamas (Magnoliophyta)

Subdivisión : Angiospermas

Clase : Monocotiledónea (Liliopsida)

Orden : Escitaminales (Zingiberales)

Familia : Zingiberaceae

Género : Zingiber

Especie : Officinale

Nombre científico : Zingiber officinale Roscoe

Nombre común : Jengibre, Kión (solo en Perú).

Ridley (1912), reportó que por el hecho que la planta se reproduce por vía asexual, existe un número reducido de clones. Rodríguez (1981) indica que esta planta se conoce 40 géneros con 800 especies procedentes de África y Asia.

Marroquín (1994), manifiesta que está compuesta por una Familia integrada por más de 49 géneros y alrededor de 1000 especies de distribución tropical, principalmente en la región Indo-malaya La familia de las Zingiberáceas comprende plantas con rizomas condimentarios y especies cuyas inflorescencias se utilizan en decoración floral.

Arvy, M y Gallouin, F (2007), señala cuatro especies que se consumen tradicionalmente,

- *Zingiber officinale* R. (muy aromática), la más utilizada como condimento.

- *Zingiber mioga* R. (brotes jóvenes de sabor ardiente).

- *Zingiber cassumunar* R. (sabor a pimienta).

- *Zingiber zerumbet* S. (sabor amargo).

2.2.1.1. Cosecha.

La Agencia agraria de noticias (2018) indica que la madurez o punto óptimo de extracción de los rizomas de jengibre se muestra cuando el 80 o 90% del follaje se ha secado, los rizomas deben presentar un color crema plateado, cuando el follaje ha desaparecido se logra que las yemas sellen en forma natural, síntomas que se presentan de 8 a 10 meses de sembrado el cultivo. Si la siembra fue en agosto (realizados en Perú), la cosecha se iniciará finales de abril o inicios de mayo. Los rizomas deben pre seleccionarse en campo y colocarse en canastas plásticas protegiéndolas del sol, para luego ser trasladado cuidadosamente a la estación de lavado (empacadora), en transporte adecuado.

Vergara (2007) señala que la cosecha debe realizarse a mano, utilizando un pico o machete para levantar y romper la tierra, evitando dañar los rizomas y las condiciones deben ser apropiadas con una humedad media que permita de forma adecuada esta labor. Gorriti (1993), menciona que los rendimientos de jengibre en el año 85 en Perú eran de 2 a 8 ton/ha y en otros países de 11 a 20 ton/ha. La Agencia agraria de noticias (2018) reporta que el rendimiento promedio actual en la región Junín de Jengibre es de 25 toneladas por hectárea.

2.2.1.2. Usos del kión.

A nivel industrial, el jengibre se emplea en la fabricación de aceite esencial y de oleorresinas que intervienen como ingrediente en la preparación de concentrados bases para salsas, preparados cárnicos, panes y confites.

Gorriti (1993), manifiesta que debido a su gran versatilidad, este producto se puede utilizar de la siguiente manera. En la preparación de jengibre glaseado (67°Brix), jengibre almibarado (60°Brix), conservas de jengibre ya sea en alcohol, o salmueras. En la industria de bebidas gaseosas (ginger ale), cerveza (ginger beer) y champagne. En la elaboración del pan de

especies, bizcochos, cakes, budines, sopas y encurtido. En la industria farmacéutica en la preparación de concentrados que combaten los desórdenes estomacales y la infección a la garganta. Es empleado externamente como rubefaciente y contra la irritación

2.2.1.3. Valor Nutricional.

En la tabla 1 se muestra la composición nutricional del rizoma de jengibre, donde se puede observar que este rizoma, es una fuente rica en carbohidratos (76gr en 100gr de producto), además de fibra alimentaria 8.9gr, de agua 71.8gr, de proteínas 6gr, de grasa 2.27gr, de ceniza 6.75gr. Además de micro elementos como Mg, Ca, K, Fe.

TABLA 1.1*Composición Nutricional del Kion.*

Valor nutricional por cada 100g	
Humedad	71.8
Proteína	6
Carbohidratos	76
Fibra	8.9
Grasa	2.27
Ceniza	6.75
PH	5.7
Calcio	40
Hierro	0.0
Potasio	110
Magnesio	122

Fuente: Laboratorio de ciencias naturales aguas, suelos, minerales y medio ambiente” MC QUIMICALAB”

2.2.1.4. Propiedades beneficiosas para la salud.

De acuerdo a Salomón, A; Baker, J. (1999). es utilizado en el caso de:

- Dolor de estómago, dispepsia, flatulencia. Contiene compuestos similares a las enzimas digestivas que ayudan a la digestión de comidas ricas en proteínas.
- Náuseas, vómitos, mareos, vértigo.
- Pérdida del apetito, anemia.
- Artritis.
- Resfrío, tos, influenza, fiebre.

Según Wendell, C. (1993). indica que también se usa para promover el flujo de la bilis, como antioxidante y como anticoagulante y para reducir el colesterol. Se ha comprobado que el jengibre posee actividad antimutagénica.

2.2.2. Osmodeshidratación o Deshidratación osmótica (DO).

Panadés (1996), menciona que la deshidratación osmótica (DO) es una operación que permite eliminar el agua de un alimento al ponerlo en contacto directo con una disolución altamente concentrada. El proceso tiene lugar debido a que el agua del producto (disolución más diluida) se difunde a través de las membranas celulares que son semipermeables, hacia el medio que le rodea (disolución más concentrada) con el fin de establecer el equilibrio. Como la membrana es solo parcialmente selectiva, también se produce, aunque en menor medida, cierta difusión del soluto de la disolución hacia el alimento.

Alvarado Gomez Wendy Paola y Cornejo Zúniga Fabiola (2004), indican que es una técnica que aplicada a productos frutihortícolas permite reducir su contenido de humedad (hasta un 50-60 % en base húmeda) e incrementar el contenido de sólidos solubles. Si bien el producto obtenido no es estable para su conservación, su composición química permite obtener, después de un secado con aire caliente o una congelación, un producto final de buena calidad organoléptica.

Raoult y Wack AL (1989) señala que la concentración de alimentos mediante la inmersión del producto en una solución hipertónica (por ejemplo, azúcar, sal, sorbitol o glicerol) se conoce como deshidratación osmótica.

Parzanese Magali (2011), menciona que la osmosis consiste en el movimiento molecular de ciertos componentes de una solución a través de una membrana semipermeable hacia otra solución de menor concentración de cierto tipo de moléculas. Los mecanismos por lo que se consigue la deshidratación osmótica de alimentos no es simple.

López Valencia, Yveth Maritza (2017), mencionan que las pérdidas de agua por parte del alimento, en el proceso de secado osmótico se pueden dividir dos periodos:

1. Un periodo, alrededor de 2 horas, con una velocidad de eliminación de agua.
2. Un periodo, de 2 a 6 horas, con una velocidad decreciente de eliminación de agua.

Barbosa G y Vega H, (2000), indican que la velocidad inicial de pérdida de agua no es sensible a la circulación de la solución osmótica. El escaldado afecta a la fase inicial de la deshidratación osmótica, aunque las pérdidas de agua finales no sean muy distintas de las del producto no tratado. La temperatura y concentración de la solución osmótica afectan la velocidad de pérdida de agua del producto. Comparado con el secado por aire o con liofilización, la deshidratación osmótica es más rápida, ya que la eliminación de agua ocurre sin cambio de fase.

2.2.2.1. Factores que influyen en la DO.

a. Geometría y tamaño del producto.

Parzanese Magali (2011), manifiesta que 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.

Según Machucay, S. (2009). si se introducirían los alimentos en forma entera; no se lograría obtener el producto con las características deseadas. Por ello se debe reducir su tamaño para de esta forma facilitar la velocidad de deshidratación osmótica.

b. Tiempo de proceso (inmersión).

Colina, M. (2010). señala que el tiempo de inmersión del alimento en las diferentes soluciones depende del peso constante que puede durar de 3 horas a 7 horas, durante las

primeras horas la pérdida de agua es mayor por lo cual es preferible evaluar cada media hora de proceso de inmersión.

c. Agente osmótico.

Torres, D, Salvador, D, Baltazar, R., Siche, R. (2013). manifiestan que el agente osmótico debe tener una alta solubilidad, un alto poder depresor de la actividad de agua y características organolépticas compatibles con el alimento. Un soluto de mayor peso molecular favorece la pérdida de agua en desmedro de la ganancia de sólidos, mientras que un soluto de bajo peso molecular (como mono/disacáridos), favorece la ganancia de sólidos. Torres, Salvador, Baltazar, Siche (2013), manifiestan que el agente más usado es la sacarosa y entre otras la fructosa, también se puede usar cualquier soluto soluble (como dextrosa y jarabe de maíz) el uso dependerá varios factores tales como costo del soluto, compatibles con el producto y sobre las características organolépticas del producto tratado.

d. Concentración del agente osmótico.

Garzón (2014), establece que la pérdida de agua y la velocidad de secado aumenta 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 sobre la superficie de las frutas lo que dificultaría la pérdida de agua.

e. Temperatura.

Garzón (2014), menciona que la velocidad de transferencia de masa se incrementa con la temperatura y sobre 45 °C, empieza el pardeamiento enzimático y deterioro de aromas. Sobre 60 °C se modifican las características de los tejidos favoreciendo la ganancia de sólidos.

2.2.2.2. Fundamentos.

Panadés (1996), establece que la transferencia de masa de los procesos osmóticos normalmente se expresa en términos de: pérdida de agua (WL), pérdida de peso (WR) y la ganancia de sólidos (SG). La velocidad de deshidratación o de transferencia de agua de la fruta a la disolución osmótica depende de las características de la materia prima, la composición y concentración del agente osmótico, temperatura, agitación, tiempos de tratamiento y la presión.

Barbosa G. y Vega H (2000). La diferencia de potencial químico a través de la membrana semipermeable entre el producto y la solución osmótica, es la fuerza impulsora para la transferencia de materia. La transferencia de materia se realiza hasta que la actividad de agua de la solución osmótica y del alimento se igualan.

Barbosa G. y Vega H (2000). indica que la concentración inicial de soluto (por ejemplo, el azúcar) en la solución osmótica se puede estimar utilizando simultáneamente las ecuaciones de Ross y Norrish para el caso de solutos no electrolitos.

Machucay, S. (2009). menciona que el fenómeno de Difusión es debido a la energía cinética que tienen las moléculas, por la cual se hallan en continuo movimiento. Un ejemplo es el caso cuando se colocan en un recipiente cristales de sal de cocina y suavemente se añade agua que los cubra. Al poco rato los cristales espontáneamente forman una solución cada vez más homogénea, es decir, la sal termina por repartirse uniformemente entre las moléculas de agua.

La OSMOSIS es el fenómeno de difusión de líquidos o gases, a través de una sustancia permeable para alguno de ellos. Si un compartimento de agua pura se separa de una disolución acuosa por medio de una membrana rígida permeable al agua, pero impermeable a los solutos, habrá un paso espontáneo de agua desde el compartimento que contiene agua pura hacia el que contiene la disolución. La transferencia de agua se puede detener aplicando a la disolución una presión, además de la presión atmosférica. El valor de esta presión

adicional necesaria para detener el paso de agua recibe el nombre de PRESION OSMOTICA de la disolución. De lo anterior se puede deducir que, a mayor concentración de solutos en un compartimento, que puede ser una célula, mayor será la presión osmótica que posea, es decir mayor será su capacidad de absorber agua de la solución más diluida, de la cual está separada por la membrana permeable al agua.

2.2.2.3. Ventajas y Desventajas de la osmosis.

Barbosa G y Vega H (2000), establecen que algunas de las ventajas logradas están relacionadas con la conservación de la calidad sensorial y nutricional de las frutas. El agua que sale de la fruta al jarabe de temperatura ambiente y en estado líquido, evita las pérdidas de aromas propios de la fruta, los que si se volatilizarían o descompondrían a las altas temperaturas que se emplean durante la operación de evaporación que se practica durante la concentración o deshidratación de la misma fruta mediante otras técnicas. La ausencia de oxígeno en el interior de la masa de jarabe donde se halla la fruta, evita las correspondientes reacciones de oxidación (pardeamiento enzimático) que afectan directamente la apariencia del producto final.

Acosta López Edgar (2013) indica que la deshidratación de la fruta sin romper células y sin poner en contacto los sustratos que favorecen el oscurecimiento químico, permite mantener una alta calidad al producto final. Es notoria la alta conservación de las características nutricionales propias de la fruta. La fruta obtenida conserva en alto grado sus características de color, sabor y aroma. Además, si se deja deshidratar suficiente tiempo es estable a temperatura ambiente (18 °C) lo que la hace atractiva a varias industrias. La relativa baja actividad de agua del jarabe concentrado, no permite el fácil desarrollo de microorganismos que rápidamente atacan y dañan las frutas en condiciones ambientales. Esta técnica también presenta interesantes ventajas económicas, teniendo en cuenta la baja inversión inicial en equipos, cuando se trata de volúmenes pequeños a nivel de Planta piloto, donde solamente se

requieren recipientes plásticos medianos, mano de obra no calificada, sin consumo de energía eléctrica y además los jarabes que se producen, pueden ser utilizados en la elaboración de yoghurts, néctares, etc.) a fin de aprovechar su poder edulcorante y contenido de aromas y sabores de la fruta osmodeshidratada.

Acosta López Edgar (2013) indica que, por otra parte, el uso de azúcar (sacarosa) o jarabes y melazas tan disponibles en nuestro medio rural, con la posibilidad de su reutilización bien sea en nuevos procesos o para edulcorar otros productos la hace una técnica interesante. Entre las limitaciones que presenta esta técnica de ósmosis está que no a todas las frutas puede aplicarse. Por ahora solo se emplean las frutas que presentan estructura sólida y pueden cortarse en trozos. Tampoco se recomiendan las frutas que poseen alto número de semillas de tamaño mediano como la mora o guayaba. Algunas frutas pueden perder su poca acidez como el mango o la piña, aunque se puede corregir este inconveniente ajustando la acidez del jarabea fin de que la relación de sabor ácido-dulce sea agradable al gusto. Una característica en la operación de inmersión de la fruta en el jarabe es la flotación. Esto es debido a la menor densidad de la fruta que tendrá 5 a 6 veces menos brix que el jarabe y además a los gases que esta puede tener ocluidos. Cuando se intenta sumergir toda la masa de fruta dentro del jarabe se forma un bloque compacto de trozos que impiden la circulación del jarabe a través de cada trozo, con lo que se obtiene la ósmosis parcial de la fruta.

2.2.2.4. Características, Usos de las Frutas y los jarabes obtenidos de la Deshidratación Osmótica.

Barbosa G y Vega H (2000), indican que las frutas obtenidas mediante esta técnica pueden tener diferentes características según el grado de estabilidad que almacenen. Este grado de estabilidad dependerá del nivel de deshidratación alcanzado durante la inmersión en el jarabe o por la aplicación de técnicas complementarias de conservación.

Barbosa G y Vega H (2000), indican cuando se necesita un producto derivado de una fruta lo más parecido a la fruta fresca, pero de alta estabilidad, se debe recurrir a complementar al producto mediante otras técnicas de conservación como el frío (refrigerado, congelado), el calor (escaldado, pasteurizado).

Correa Daniela (2012), menciona que generalmente mediante esta técnica se obtiene frutas que han perdido cerca del 40% de su contenido de agua, lo que las convierte en productos semi elaboradas que no son estables a temperatura ambiente. En estas condiciones estas frutas pueden servir de materias primas semi elaboradas empleadas por otras industrias como pueden ser la pastelería, la láctea, la de las pulpas para obtener concentrados.

Correa Daniela (2012) indica también se pueden emplear como productos estables a condiciones ambientales cuando han llegado a perder cerca del 70% del agua, semejante a las pasas, pudiéndose emplear como botana sola o mezclada. Los jarabes usados y resultantes de la deshidratación también pueden ser utilizados como ingredientes de otros productos. En otros jarabes, luego de haber sido retirada la fruta, permanecen compuestos extraídos de la misma, que conservan las características de aroma, sabor y algo de color genuinos.

Correa Daniela (2012) así mismo lo anterior se presenta porque los aromas y sabores propios de las frutas, son atrapados y estabilizados por los compuestos concentrados de jarabe.

Teniendo en cuenta las nuevas características de los jarabes, se les puede utilizar como edulcorantes de productos específicos, como sería el caso de néctares, yogures, salsas para helados y otros con características de esa fruta.

Mundo alimentario (2004) establece que estos jarabes también pueden ser reutilizados en nuevos procesos de deshidratación, si son llevados a concentraciones adecuadas para generar su fuerza osmótica y además evitar la posibilidad de fermentación. Esta interesante aplicación ha permitido comprobar que las frutas sumergidas en jarabes reutilizados, poseen mejores características sensoriales que las frutas que se deshidratan en jarabes frescos. La explicación

es que un jarabe fresco además de extraer agua, también atrapa aromas, sabores y colores de la fruta como se mencionó antes.

Acosta López Edgar (2013) menciona que por su parte el jarabe reutilizado no “atrapa” estos compuestos, sino que, por el contrario, si la fruta que se sumerge, esta deficiente en algunos de estos, trata de alcanzar el equilibrio y terminara con mayor y mejor aroma y sabor. En estos jarabes reutilizados el fenómeno que con mayor fuerza se presenta es la salida de agua de la fruta al jarabe, para compensar la presión osmótica que se ejerce al interior del jarabe.

2.2.2.5. Determinación de Humedad.

Pearson. D. (1993), indica que los métodos de secado son los más comunes para valorar el contenido de humedad en los alimentos; se calcula el porcentaje en agua por la pérdida en peso debida a su eliminación por calentamiento bajo condiciones normalizadas.

Pearson. D. (1993), aunque estos métodos dan buenos resultados que pueden interpretarse sobre bases de comparación, es preciso tener presente que:

- a) Algunas veces es difícil eliminar por secado toda la humedad presente.
- b) A cierta temperatura el alimento es susceptible de descomponerse, con lo que se volatilizan otras sustancias además de agua.
- c) También pueden perderse otras materias volátiles aparte de agua.

Según AOAC (1997) indica que el contenido en agua de la muestra se calcula por diferencia de peso y se expresa en % de humedad (g de H₂O/100 g de muestra):

$$\% H = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \times 100 \quad \text{ec(1) Según AOAC (1997)}$$

Donde:

% H = Porcentaje de humedad.

W₁ = Peso de muestra (g).

W₂ = Peso de muestra seca (g).

2.2.2.6. Análisis de transferencia de masa en la deshidratación osmótica.

Maldonado Silvina (2007) manifiesta la pérdida de agua se determina gravimétricamente, y se realiza el balance de masa para verificar la concordancia de las determinaciones. Los parámetros a evaluar se expresan de la siguiente forma:

WR: Reducción o pérdida de peso [g.100 g⁻¹ MF]

LW: Pérdida de agua [g agua.100 g⁻¹ MF]

SG: Ganancia de sólidos [g sólidos.100 g⁻¹ MF]

MF: Muestra fresca inicial

La determinación de la pérdida de peso (WR), ganancia de sólidos (SG) y pérdida de agua (LW) se efectuó a través de la evaluación de las relaciones (2), (3), (4) y (5).

$$\% H = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \times 100 \quad ec(1) \text{ Según AOAC (1997)}$$

Donde:

$\% H$ = Porcentaje de humedad.

W_1 = Peso de muestra (g).

W_2 = Peso de muestra seca (g).

$$WR\% = \frac{W_i - W_t}{W_i} \times 100 \quad ec. (2) \text{ Según Barat (1998)}$$

$$SG\% = \frac{P_t(1-H_t) - P_0(1-H_0)}{P_0} \times 100 \quad ec. (3) \text{ Según Barona y Zapata (1990)}$$

$$H_{bh} = \frac{m_h - m_s}{m_h} \quad \text{ec. (3.1) Según Martines (2010)}$$

$$LW\% = \frac{M_i - M_t}{W_i} \times 100 \quad \text{ec. (4) Según Barat (1998)}$$

$$LW\% = SG\% + WR \quad \text{ec. (5) Según Barat (1998)}$$

Donde:

W_i = Peso de la muestra inicial en g.

W_t = Peso de la muestra al tiempo t en g.

$SG\%$ = Porcentaje de ganancia de sólidos.

P_t = Peso (gr.) de la muestra en el tiempo del experimento.

P_0 = Peso (gr.) de la muestra inicial.

H_0 = Humedad en base húmeda decimal de la muestra inicial.

H_t = Humedad en base húmeda decimal de la muestra en el tiempo.

m_h = Masa de la muestra húmeda (gr.)

m_s = Masa de la muestra seca (gr.)

M_i = Humedad inicial expresada en g H₂O. 100G⁻¹ MF

M_t = Humedad al tiempo t expresada en g H₂O. 100G⁻¹ MF

2.2.2.7. Modelo matemático.

Barat, (1998), señala que adicionalmente, el proceso de deshidratación osmótica se lleva a cabo en condiciones isotérmicas, lo que implica que la transferencia de energía no es relevante, excepto por la energía que se almacena debida a las tensiones que se provocan por la pérdida de agua celular (mecanismos de deformación-relajación o encogimiento-

hinchamiento, generados por fenómenos mecánicos que provocan gradientes de presión en el sistema).

Ochoa-Martínez, CI; Ayala-Aponte, A. (2005), manifiesta que los mecanismos de transferencia de masa, pueden presentarse:

- Mecanismos dependientes del gradiente de concentración que incluyen los mecanismos osmóticos y Fickianos, y que se afectan principalmente por la permeabilidad de la membrana a los diferentes componentes.
- Mecanismos dependientes del gradiente de presión, que son los mecanismos hidrodinámicos (HDM) que son inducidos por la aplicación de vacío o por las tensiones liberadas en el proceso de relajación y que están condicionados por la estructura del alimento (porosidad).
- Mecanismos de vaporización-condensación cuando se trabaja a presiones cercanas a la presión de vapor.

Ochoa-Martínez, CI; Ayala-Aponte, A. (2005), manifiesta que la alta complejidad del sistema hace que la precisión predictiva sea difícil cuando se usan modelos matemáticos rigurosos y que ésta dependa de la determinación apropiada de las condiciones de equilibrio y de parámetros como la difusividad.

Parjoko (1996) menciona que esta dificultad, hace que, en la mayoría de los casos, se interprete la información experimental bajo esquemas empíricos o semiempíricos que son válidos solamente para reproducir condiciones semejantes a las del trabajo del cual se obtuvieron. La metodología que se utiliza es la correlación directa de la pérdida de agua y la ganancia de sólidos con algunas variables de proceso o el planteamiento de un ajuste polinómico, sin embargo, estos métodos no permiten la extrapolación más allá del rango experimental, necesitan un alto número de parámetros que no tienen significado físico, o no siempre generan un buen coeficiente de correlación.

Crank (1964) indica que generalmente, cuando se quiere utilizar un modelo fenomenológico para procesos a presión atmosférica (OD) se emplea el modelo de Crank, que consiste en una solución de la ley de Fick en estado estacionario y que representa el mecanismo difusional.

-Difusión en estado estacionario - Primera ley de Fick:

Jamanca Gonzales Nicodemo (2017) considera que una mezcla binaria en un medio en reposo de las especies químicas A y B, en donde el número de moléculas de A en un volumen dado en una región, es mayor que en otra región vecina, entonces tendrá lugar la migración de moléculas de A a través de B, es decir desde la zona de mayor concentración hacia la de menor concentración.

Jamanca Gonzales Nicodemo (2017) deduce que el estado estacionario se verifica si consideramos la difusión del soluto en la dirección z (como se muestra en la figura).

Supongamos que, tras un periodo de tiempo, las concentraciones en z_1 y z_2 se mantienen constantes C_1 y C_2 respectivamente. Estas condiciones de difusión se conocen como estado estacionario.

Jamanca Gonzales Nicodemo (2017) menciona que al representar la concentración C frente a la posición o distancia z, la gráfica resultante se denomina perfil de concentración, en donde la pendiente de esta gráfica en un punto determinado es el gradiente de concentración:

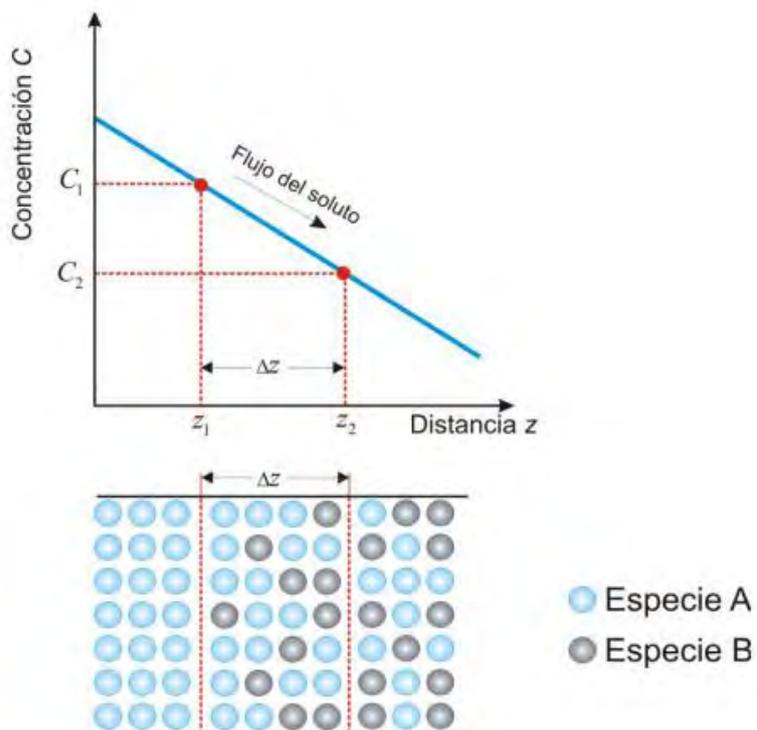


FIGURA 1

Difusión molecular en estado estacionario.

Jamanca Gonzales Nicodemo (2017), describe que en el sistema mostrado se producirá un flujo de moléculas del lado de concentración más alta al de concentración más baja.

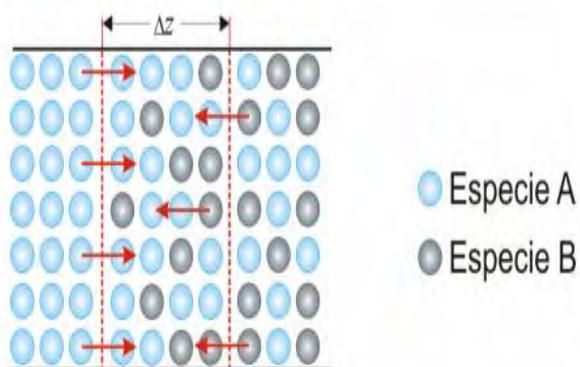


FIGURA 2

Difusión molecular de dos especies.

- Difusión en estado no estacionario - Segunda ley de Fick:

Jamanca Gonzales Nicodemo (2017), menciona que el estado estacionario, en el cual las condiciones permanecen invariables con el tiempo, no se encuentra con facilidad entre los problemas de ingeniería. En la mayoría de los casos, se da la difusión en estado no estacionario, en el cual la concentración del soluto en cualquier punto del material cambiará con el tiempo.

Supongamos el caso de que una especie química A se difunde en otra especie química B. A medida que el tiempo progresa, la concentración del soluto en cualquier punto del sólido en la dirección z aumentará, como se indica en los tiempos t_1 y t_2

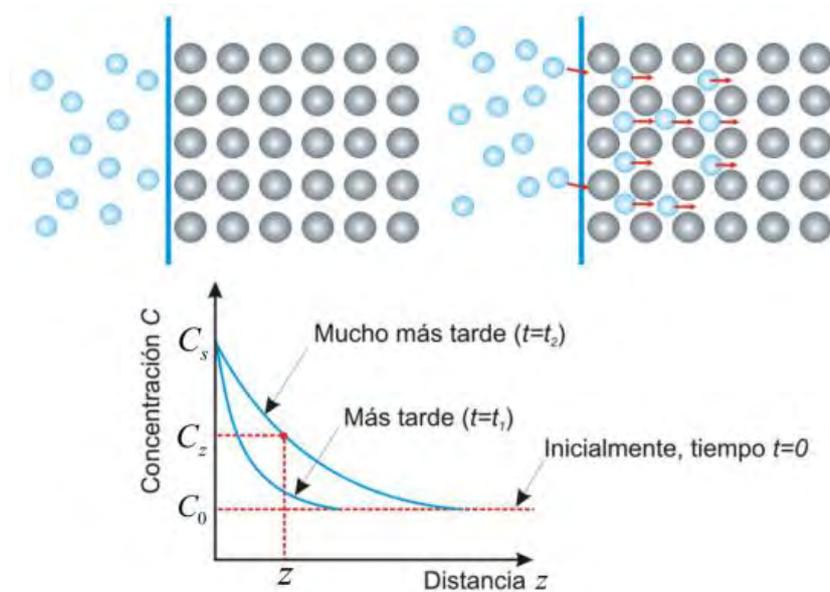


FIGURA 3

Difusión en estado no estacionario.

Jamanca Gonzales Nicodemo (2017), describe que para la difusión de la especie química A, en condiciones no estacionarias:

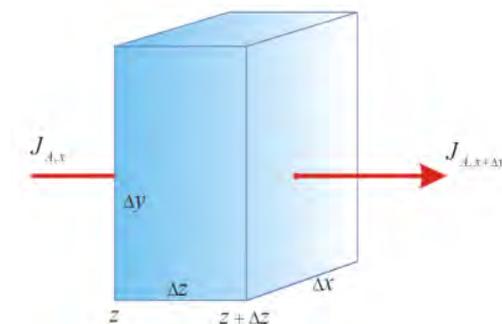


FIGURA 4

Difusión en estado no estacionario – Deducción de la segunda ley de Fick.

Jamanca Gonzales Nicodemo (2017), menciona que balanceando el componente A en términos molares, en ausencia de generación:

Velocidad de entrada de A = Velocidad de salida de A + Velocidad acumulada de A

2.2.2.7.1. Modelo de Cranck.

Cranck (1964), indica que consiste en un grupo de soluciones de la ley de difusión de Fick para diferentes geometrías, condiciones límite y condiciones iniciales desarrolladas por Cranck. Este modelo ha sido empleado por muchos autores ya que es el modelo fenomenológico más conocido para representar el mecanismo difusional.

Pajjoko, K.A (1996), menciona que el modelo de Cranck, se estiman la difusividad efectiva (D_e) del agua y del soluto, simulando los experimentos con condiciones límites y resolviendo las ecuaciones analítica o numéricamente, pero las suposiciones que se hacen no siempre son fáciles de lograr lo que implica grandes limitaciones.

Ochoa-Martínez, CI; Ayala-Aponte. A (2005), mencionan las limitaciones del modelo de difusión de Fick para propósitos prácticos son:

- Se asume un cuerpo semi-infinito por lo tanto la transferencia de masa es unidireccional, se asume que el agente osmótico es un medio semi-infinito, por lo tanto, se requiere una relación disolución/alimento muy grande.
- Aunque tiene en cuenta la forma y las dimensiones, sólo hay soluciones analíticas para láminas planas, cilindros, cubos y esferas, entonces se requieren técnicas numéricas para materiales irregulares.
- El punto de equilibrio tiene que determinarse experimentalmente.
- Se asume que sólo se presenta el mecanismo de difusión para la extracción de agua.
- No hay efecto de los sólidos ganados ni de los solutos perdidos sobre la pérdida de agua.
- Se desprecia el encogimiento debido a la transferencia de masa.
- Se desprecia la resistencia externa a la transferencia de masa, pero esto no se puede lograr a baja temperatura ni a alta concentración de soluto.

Ochoa-Martínez, CI; Ayala-Aponte. A (2005), indica que la difusividad efectiva explica al mismo tiempo la variación de las propiedades físicas del tejido y la influencia de las características de la disolución y de las variables de proceso, por lo tanto, observando simplemente la magnitud de De no se entiende explícitamente el impacto de los diferentes parámetros sobre el proceso de deshidratación osmótico.

Ochoa-Martínez, CI; Ayala-Aponte. A (2005), menciona que en las ecuaciones (6) a la (7) se presenta la solución para láminas planas semi-infinitas:

$$\frac{LW-LW_{\infty}}{LW_0-LW_{\infty}} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp\left(-D_{e1}(2n+1)^2 \frac{\pi^2}{4R^2} t\right) \quad \text{ec. (6) Según Cranck (1964)}$$

$$\frac{SG-SG_{\infty}}{SG_0-SG_{\infty}} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp\left(-D_{e2}(2n+1)^2 \frac{\pi^2}{4R^2} t\right) \quad \text{ec. (7) Según Cranck (1964)}$$

Ochoa-Martínez, CI; Ayala-Aponte. A (2005), siendo: LW pérdida de agua [g agua.100 g⁻¹ MF], SG ganancia de sólidos [g agua.100 g⁻¹ MF], D_{e1} , la difusividad efectiva del agua que sale del sólido (cm²/seg.), D_{e2} la difusividad efectiva del azúcar que ingresa al sólido (cm²/seg.), (fructosa o sacarosa según que corresponda) y R el espesor de la fruta (cm). WL_{∞} y SG_{∞} representan, respectivamente, los valores de la masa de agua perdida por el sólido y la masa de soluto que ingreso al solido cuando alcanza el equilibrio, mientras que WL_0 y SG_0 representan los valores iniciales de contenido de agua y soluto en sólido. Para la determinación de los parámetros (D_{e1} y WL_{∞}) y (D_{e2} y SG_{∞}) en las ecuaciones respectivamente.

Ochoa-Martínez, CI; Ayala-Aponte. A (2005), indica que en la gran mayoría de los casos para resolver el modelo CRANCK se utiliza el método de la PENDIENTE; es decir de la serie solución de la ecuación (6) y (7) se utiliza solo el primer término; obteniéndose así una ecuación lineal.

➤ Método de la pendiente

Ochoa-Martínez, CI; Ayala-Aponte. A (2005), menciona que en este método cuenta con las siguientes particularidades:

- Utiliza el primer término de la serie solución de la ecuación diferencial de Fick para placa plana semi-infinita.
- Coeficiente del agua y del azúcar constante.
- Espesor de la placa constante durante el proceso de deshidratación.

La ecuación utilizada del primer término; ecuación (6) de la serie solución analítica de la ecuación integrada de la **segunda ley de Fick**) es:

$$\frac{LW - LW_{\infty}}{LW_0 - LW_{\infty}} = \frac{8}{\pi^2} \exp\left(-D_e \frac{\pi^2}{4R^2} t\right) \quad \text{ec. (6.1) Según Cranck (1964)}$$

A partir de la ecuación (6.1); se grafica $\ln\left(\frac{LW - LW_{\infty}}{LW_0 - LW_{\infty}}\right)$ vs el tiempo. De la regresión lineal de estos resultados se obtienen valores de D_e ; obteniendo así la ecuación (6.2)

$$\ln\left(\frac{LW - LW_{\infty}}{LW_0 - LW_{\infty}}\right) = \ln\left(\frac{8}{\pi^2}\right) \left(-D_e \frac{\pi^2}{4R^2} t\right) \quad \text{ec. (6.2)}$$

Para la ecuación (6.2); se utiliza la ordenada al origen obtenida de la regresión lineal en lugar del término $\ln\left(\frac{8}{\pi^2}\right)$ establecida en la ecuación de Fick; es decir:

$$\ln\left(\frac{LW - LW_{\infty}}{LW_0 - LW_{\infty}}\right) = \ln\left(\frac{8}{\pi^2}\right) \left(-D_e \frac{\pi^2}{4R^2} t\right) \quad \text{ec. (6.2)}$$

$$\ln\left(\frac{LW - LW_{\infty}}{LW_0 - LW_{\infty}}\right) = cte - D_e \frac{\pi^2}{4R^2} t \quad \text{ec. (6.3)}$$

Donde:

$\ln\left(\frac{8}{\pi^2}\right) = cte =$ Ordenada al origen resultante de la regresión lineal de los datos experimentales siendo esto igual a cero.

$-D_e \frac{\pi^2}{4R^2} t =$ pendiente de la ecuación.

A partir de la pendiente de la ecuación se obtiene el coeficiente de difusión (D_e) para el modelo CRANCK:

$$m = -D_e \frac{\pi^2}{4R^2} t \quad \text{ec. (7) Según Crank (1964)}$$

Despejamos la ecuación (2.11) para obtener el valor de D_e :

$$D_e = -m \left(\frac{4R^2}{t \pi^2} \right) \quad \text{ec. (8) Según Cranck (1964)}$$

2.2.2.7.2. Modelo HAWKES Y FLINK.

La ecuación de este modelo formulado por Hawkes y Flink (1978), ha sido presentada mediante distintas expresiones para definir el parámetro de concentración; en este caso se usó la pérdida de agua (WL) resultando la ecuación:

$$\frac{WL}{WL_\infty} = 2 \left(\frac{Dt}{\pi l^2} \right)^{1/2} \quad \text{ec. (9) Según Hawkes y Flink (1978)}$$

Donde:

D = Coeficiente de difusión de agua (cm^2/seg).

t = Tiempo (seg.).

WL = Pérdida de agua en el tiempo de modelo (%).

WL_∞ = Pérdida de agua en el tiempo de equilibrio (%).

l = Longitud de la muestra (cm).

2.2.2.8. Calidad de ajuste del Modelo Matemático.

La calidad del ajuste de los modelos propuestos se evaluará por medio del coeficiente de determinación (R^2), el que debe ser superior a 0,85 para conseguir un buen modelado de los datos experimentales y por el porcentaje de error medio relativo (%E).

El cálculo de (%E) para evaluar el grado de ajuste del modelo matemático mediante la siguiente ecuación. (Al-Muhtaseb,2004, Mc Minn&Magge,2003, Simal, 2007)

$$(\%)E = \frac{100}{n} \times \sum_{i=1}^n \left| \frac{LW_{exp} - LW_{calc}}{LW_{exp}} \right| \quad \text{ec. (10) Según Al-Muhtaseb (2004)}$$

Dónde:

LW_{exp} = Pérdida de agua del experimento [g agua.100 g⁻¹ MF]

LW_{calc} = Pérdida de agua calculada a partir del modelo [g agua.100 g⁻¹ MF]

n = Número de observaciones.

El error relativo promedio porcentual es ampliamente utilizado y reportado en trabajos; se considera un valor de %E < 10% como indicador de una buena aproximación al modelo. (Al-Muhtaseb,2004, Mc Minn&Magge, 2003, Simal, 2007).

2.2.3. Sacarosa.

Guzmán Melgar Lilian Judith (2016), manifiesta que la sacarosa tiene la formula molecular ($C_{12}H_{22}O_{11}$), o el azúcar de mesa ordinario, junto con el agua, es una de las sustancias químicas puras más abundantes en el mundo. Ya sea del azúcar de caña (20% de sacarosa en masa) o del azúcar de remolacha (15% en masa).

Por calentamiento de la sacarosa por encima de su punto de fusión, se obtiene una masa oscura, que está constituida por una mezcla de distintos productos de descomposición y que se denomina “caramelo”.

- Fuentes de sacarosa

- Azúcar de caña
- Azúcar de remolacha
- Dulces
- Miel
- Frutas y frutos secos
- Jugos
- Pasta de dientes
- Cerveza
- Edulcorantes

- Dulzor

Guzmán Melgar Lilian Judith (2016), indica que la mayor parte de los carbohidratos simples tienen un sabor dulce, pero el grado de dulzor varía enormemente de un azúcar a otro. Con la sacarosa como punto de referencia, la fructosa es casi el doble de dulce, pero la lactosa sólo es una sexta parte de dulce.

TABLA 1.2

Dulzor de algunos azúcares y sustitutos del azúcar.

Nombre	Tipo	Dulzor
Lactosa	Disacárido	0.16
Glucosa	Monosacárido	0.75
<u>Sacarosa</u>	Disacárido	1.00
Fructosa	Monosacárido	1.75
Aspartame	Sintético	180
Sacarina	Sintético	350
Sucralosa	Semisintético	600
Alitame	Semisintético	2000

Fuente: Guzmán Melgar Lilian Judith (2016),

2.2.4. Análisis sensorial.

Elías, LG (1992). describe que el análisis sensorial es una ciencia multidisciplinaria en la que participan panelistas humanos que utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios, y de muchos otros materiales. No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos.

A su vez, Heymann H y Lawless, H (2010), explican que la evaluación sensorial está comprendida por un conjunto de técnicas que sirven para la medición precisa de las respuestas humanas a los alimentos y minimiza los efectos potencialmente que pueden sesgar la identidad de la marca y otras influencias de la información sobre la percepción del consumidor.

citado por Osorio López Mery Ann (2018) también estos autores alegan que los principios y prácticas de la evaluación sensorial envuelven cuatro actividades principales:

a. Preparar y servir las muestras bajo condiciones controladas con la finalidad de minimizar cualquier factor que puede sesgar la prueba: Por ejemplo, las muestras deben estar rotuladas de manera aleatoria, las muestras deben ser entregadas a los diferentes panelistas en diferente orden y deben existir procedimientos estandarizados como temperatura, volumen, espaciado de tiempo, etc.

b. La medida: La evaluación sensorial es una ciencia cuantitativa en la cual es recolectada data numérica a manera de establecer una real y específica relación entre el producto y la percepción humana.

c. El análisis: El adecuado análisis de la data es una de las partes más críticas de las pruebas sensoriales. Pueden existir diferentes fuentes de variación en las respuestas humanas que no logran ser totalmente controladas en las pruebas. Por ejemplo, los ánimos y motivación de los panelistas, su innata sensibilidad psicológica en la estimulación sensorial, y la historia pasada o familiaridad con productos similares.

d. La interpretación de los resultados: Debido a que la evaluación sensorial es un experimento, los datos y la información estadística sólo son útiles cuando la interpretación se da en el contexto de la hipótesis, los conocimientos previos e implicaciones para las decisiones.

Un buen científico en el campo sensorial debe estar preparado en estas cuatro fases, ellos deben comprender los productos, las personas como instrumentos de medición, análisis estadístico e interpretación de la data en contexto con el objetivo de la investigación.

Por otro lado, Elías, LG (1992), exponen que cuando se planifica un experimento sensorial se debe incluir los siguientes pasos:

- a. Definir los objetivos específicos del experimento. Plantear las preguntas que se quieren responder (la hipótesis a probarse) y formularlas claramente.
- b. Identificar las limitaciones del experimento: límite de costos, disponibilidad de materiales, equipo, panelistas y tiempo.
- c. Elegir el tipo de prueba y panel que se usará. Diseñar la boleta.
- d. Diseñar los procedimientos experimentales convenientes, para controlar cuando sea posible las variables que no están siendo probadas, de manera que los resultados del panel no sean sesgados. Se debe planificar la aleatorización de los factores experimentales que pudieran sesgar los resultados tales como el orden de presentación y preparación de las muestras.
- e. Decidir sobre los métodos estadísticos que se usarán, tomando en cuenta los objetivos del proyecto, el tipo de prueba y el tipo de panel.
- f. Preparar los formularios que se usarán para registrar los datos sensoriales. Los datos se deben registrar de una manera que sea conveniente para hacer los análisis estadísticos.
- g. Planificar en caso necesario, el reclutamiento y orientación de los panelistas, asimismo llevar a cabo la selección y entrenamiento de los panelistas.
- h. Antes de realizar el experimento haga un ensayo general, para verificar que los procedimientos de presentación y preparación de la muestra, así como el diseño de la boleta son adecuados.

2.2.4.1. Tipos de pruebas sensoriales.

Según Barcina y Ibáñez, F. (2001). en el análisis sensorial existen básicamente tres grandes tipos de pruebas. Cada una de ellas persigue diferentes objetivos y recurre a participantes seleccionados según distintos criterios. Un resumen de estas pruebas se esquematiza en el cuadro 1. Así mismo, para saber el tipo de prueba que se debe seleccionar conviene utilizar los llamados arboles de decisión. En el cuadro 1 se representa un árbol de decisión en el que,

a partir de los principales objetivos y cuestiones planteadas, se seleccionan las diferentes pruebas que se pueden utilizar.

TABLA 1

Tipos básicos de pruebas en el análisis sensorial aplicado a los alimentos.

Tipo de prueba	Pregunta principal	Características del panel sensorial
Afectivas Hedónicas	¿Gustan o disgustan los productos?	Seleccionados por ser consumidores habituales del producto, son personas no entrenadas
Afectivas de Preferencia	¿Qué productos son los preferidos?	
Discriminativas	¿Son diferentes los productos?	Seleccionados por su agudeza sensorial, orientados al tipo de prueba y, eventualmente, entrenados.
Descriptivas	¿Qué atributos caracterizan al producto? ¿En qué difieren los productos? ¿Cuánto difieren los productos?	Seleccionados por su agudeza sensorial y motivada, las personas son entrenadas o altamente entrenadas.

Fuente: Tomado de Según Barcina y Ibáñez, F. (2001).

2.2.5. Diseño experimental.

Fallas Jorge (2010), menciona que en una prueba o serie de pruebas en las cuales se introducen cambios deliberados en las variables de entrada que forman el proceso, de manera que sea posible observar e identificar las causas de los cambios en la variable de salida.

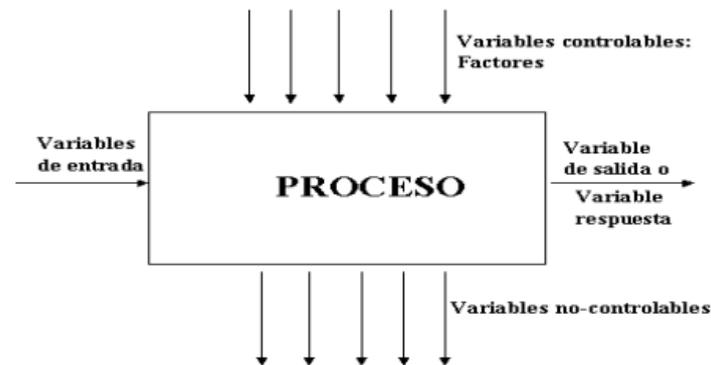


FIGURA 5

Modelo general de un proceso o sistema experimental.

Fallas Jorge (2010), describe que un experimento diseñado tiene por objetivo:

- Determinar cuáles son las variables que tienen mayor influencia en la variable de respuesta.
- Determinar el mejor valor de las variables controlables que influyen en la respuesta, de manera que ésta, tenga casi siempre un valor cercano al valor nominal deseado.
- Determinar la mejor combinación de las variables controlables que ayuden a reducir la variabilidad de la respuesta.
- Establecer la combinación óptima de las variables controlables, con el objetivo de minimizar los efectos de las variables incontrolables.

Fallas Jorge (2010), menciona que el Diseño Experimental es un medio de importancia en la Ingeniería para mejorar el rendimiento de un proceso de manufactura, así como en el

desarrollo de nuevos productos. Su aplicación en una fase temprana de la evolución de un proceso puede dar como resultado:

- Mejora en el rendimiento del proceso.
- Reducción de variabilidad y aumento del apego a especificaciones o valor objetivo.
- Menor tiempo de desarrollo.
- Minimización de costos.

Fallas Jorge (2010) otro cometido de un Modelo Experimental, son las actividades de Diseño Técnico; dentro de las cuales se desarrollan nuevos productos y se mejoran otros ya existentes. Algunas de sus aplicaciones son:

- Evaluación y comparación de configuración de diseños básicos.
- Valoración de materiales alternativos.
- Selección de parámetros de diseño, a modo de que el producto tenga un buen funcionamiento, esto es que el producto sea consistente.

Fallas Jorge (2010) dice que el diseño de experimentos ha sido creado por matemáticos y estadísticos, por lo que posee su propio lenguaje, el cual es necesario conocer para su mejor comprensión y utilización. A continuación, se describen los términos más importantes:

- Factor: Una de las variables dependientes que son estudiadas en el experimento. Ésta puede ser cualitativa, como: cambios en el equipo, métodos, material utilizado; o cuantitativa, por ejemplo: la temperatura, presión, tiempo, etc.
- Nivel: Son los valores que puede tener el factor a estudiar.
- Combinación: Es la asignación de un solo nivel a un factor, o de varios niveles a todos los factores en una corrida experimental.
- Variable de respuesta: Es el resultado de una corrida experimental. Variable a

estudiar.

- Efecto: Es el cambio en la variable de respuesta por el cambio del nivel de un factor.
- Interacción: Cuando uno o más factores trabajan juntos para producir un efecto diferente que los efectos producidos por aquellos factores de manera individual.
- Corrida experimental: Implementación de cada una de las combinaciones.
- Bloque: Agrupación planeada de factores o combinaciones. Es realizada a manera de minimizar la variación no incluida en el diseño, ejemplo puede ser el turno o día de la semana.
- Replicación: Repetición de la corrida experimental.

2.2.5.1. Directrices para el diseño de experimentos.

Para poder analizar un experimento de manera correcta, es necesario que se tenga una idea clara sobre el problema que se va a estudiar, el modo de la recolección de datos y su análisis. A continuación, se presenta la metodología a emplear en el presente estudio Fallas Jorge (2010).

- a. Comprensión y planteamiento del problema.** Aunque este punto pudiera parecer obvio, en muchas ocasiones resulta complicado diseñar un planteamiento claro y aceptable. Es necesario consultar a todas las partes implicadas: cuerpo técnico, aseguramiento de calidad, manufactura, clientes, etc. Un planteamiento claro del problema contribuye a tener un mejor conocimiento del fenómeno y de la solución final del problema.
- b. Elección de factores y niveles.** El experimentador debe elegir los factores y los niveles específicos a los cuales variará el experimento. Tal conocimiento suele ser una combinación de experiencia y comprensión teórica.
- c. Selección de la variable de respuesta.** La selección de respuesta o variable

dependiente, hecha por el investigador, debe de asegurar que, la medición de ésta pueda realmente proveer información sobre el proceso estudiado.

- d. Elección del diseño experimental.** Para elegir el diseño es necesario considerar el tamaño muestral (número de repeticiones), seleccionar un orden adecuado para los ensayos y determinar si hay implicado un bloqueo u otras restricciones de aleatorización.
- e. Realización del experimento.** Cuando se realiza el experimento, es vital monitorear el proceso para asegurar que todo se haga conforme a lo planeado, ya que los errores en esta fase suelen anular la validez experimental.
- f. Análisis de datos.** Deben emplearse métodos estadísticos para analizar los datos, de modo que los resultados y conclusiones sean objetivos más que apreciativos. Actualmente, existen excelentes paquetes de software para este análisis, así como varios métodos gráficos sencillos importantes en la interpretación de ellos, ejemplos son: MINITAB y EXCEL.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

- **Ubicación Política**

Departamento : Cusco

Provincia : La Convención

Distrito : Santa Ana

- **Ubicación Geográfica**

Altitud : 996 m.s.n.m

Coordenadas UTM : 0750515mN

: 8577603mE

Humedad relativa : 70%

Precipitación : 1250mm

T° media anual : 23.5°C

3.2. MATERIALES.

3.2.1. Materia Prima.

Se utilizó la sacarosa como agente osmodeshidratante y como muestra el kión (*Zingiber officinale roscoe*) debidamente lavado, pelado y troceado en rodajas con un diámetro de 9.23mm y 0.1mm de espesor, extraída de la producción del Distrito de Echarati, Provincia de La Convención.

3.2.2. Insumos, equipos e instrumentos.

- **Insumo:** Como Agente Osmodeshidratante la sacarosa (azúcar de mesa).
- **Equipos:**
 - o Cámaras climáticas de 15°C.

- Estufa para 30°C “Memmert”.
 - Balanza analítica “Metler Toledo con exactitud de $\pm 0.1\text{mg}$ ”.
 - Cronómetro.
 - Refractómetro “Milwaukee”.
 - Vernier.
- **Instrumentos:** Frascos de vidrio, Matraz, Pipetas, Agitador de vidrio, Papel Filtro, Agua destilada, colador, Bandejas.

3.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1. Tipo y nivel de la Investigación.

El presente trabajo es de investigación básica científica de tipo experimental.

3.3.2. Métodos.

La Osmodeshidratación o Deshidratación Osmótica (DO) es una técnica de remoción de agua que consiste en sumergir el kión (*Zingiber officinale roscoe*) pelado y troceado en una solución hipertónica compuesta por soluto (sacarosa) en tres concentraciones de 50°, 60° y 70° Brix, guardando una proporción de materia prima: solución de 1:10 (peso: volumen) y dos temperatura experimentales de 15° y 30°C efectuándose con tres repeticiones; generándose una presión osmótica alta, produciendo así el fenómeno de transferencia de masa que ocurre en el proceso de deshidratación osmótica como: la pérdida de peso, pérdida de agua y ganancia de solutos que serán calculados a partir del contenido de humedad por la técnica (AOAC, 1995). Teniendo como factores de estudio del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado:

Factores	Niveles
- Temperatura.	- 15°C, 30°C
- Concentración de la solución	- 50°, 60°, 70°Brix

Variables de respuesta:

- Pérdida de peso (%)
- Pérdida de agua (%)
- Ganancia de solutos (%)
- Coeficiente de difusión (cm^2/min)

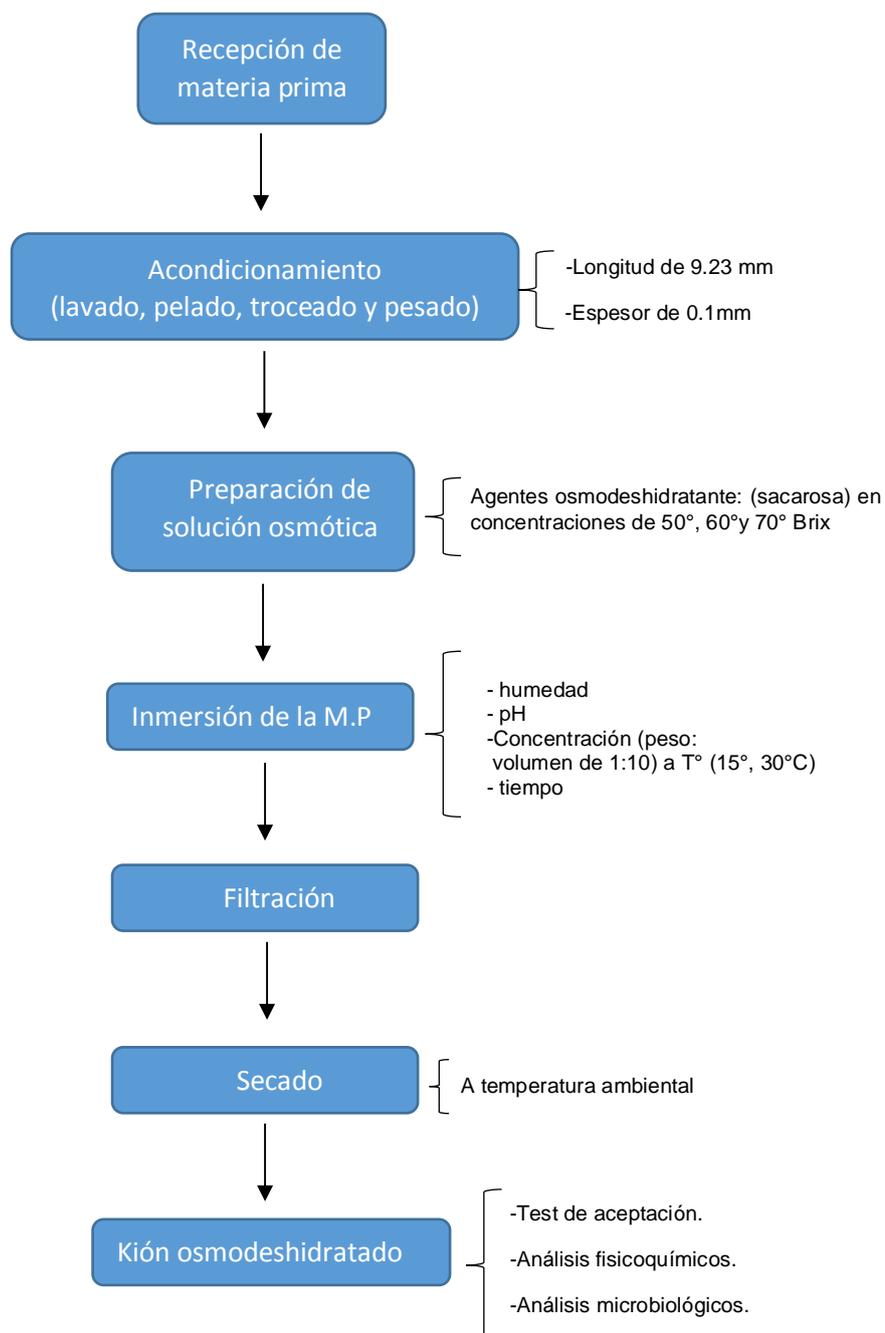


FIGURA 6

*Diagrama de flujo para el kiòn (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado.*

3.3.2.1. Descripción del Proceso de Deshidratación osmótica del Kión (*Zingiber officinale roscoe*)

- **Recepción de materia prima (kión).** Se realizó la recepción del kión (*Zingiber officinale roscoe*) maduro.
- **Acondicionamiento:**
 - o **Selección.** Esta operación consiste en eliminar aquellas que se encuentren en mal estado.
 - o **Lavado.** Se realizó con agua con el objetivo de eliminar todo tipo de impurezas, suciedad (restos de tierra) que se encuentran adheridos en la materia prima.
 - o **Pelado.** Con fines de eliminar la cáscara.
 - o **Troceado.** Con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable con fines de efectuar el troceado en rodajas con una longitud de 9.23mm y un espesor de 0.1mm.
 - o **Pesado.** El kión (*Zingiber officinale roscoe*) es pesado de acuerdo a la cantidad de solución; cuya relación de materia prima y solución es de 1g x 10ml (1:10).
- **Preparación de la solución osmótica.** Considerando por g de soluto / 100 g de solvente (Cuadro N° 2; teniendo como agente osmodeshidratante la sacarosa (soluto); cuya concentración de la solución es de 50°, 60° y 70° Brix;

TABLA 1.3

Preparación de solución osmótica de sacarosa.

Concentración de solución osmótica	50° Brix	60° Brix	70° Brix
Agente osmodeshidratante (solute)	g de soluto / 100 g de solvente		
Sacarosa	102 gr.	146 gr.	210 gr.

Fuente: elaboración propia.

- **Inmersión de la materia prima.** La materia prima se sumerge en la solución osmótica considerando las variables como humedad, pH, peso, concentración de la solución (50°, 60° y 70° Brix), tiempo y temperaturas (15° y 30°C); cuya relación de fruta: solución es de 10:100 (peso: volumen).
- **Filtración.** Realizado la separación del kiñón (*Zingiber officinale roscoe*) de la solución con la ayuda de un papel filtro una vez que la muestra ha obtenido el equilibrio proceso que ha sido controlado la pérdida de peso y ganancia de sólidos solubles en función al tiempo.
- **Secado.** Una vez realizado la filtración fueron expuestas a la temperatura del ambiente para un secado natural.
- **Kiñón osmodeshidratado.** Una vez obtenido nuestro producto final (kiñón osmodeshidratado) se efectuó un test de aceptación, cuyas muestras fueron enviadas a un laboratorio para sus respectivos análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

3.3.3. Diseño Experimental.

Se desarrolló mediante el diseño al azar con arreglo combinatorio al experimento factorial sobre la muestra del kiñon (*Zingiber officinale roscoe*), evaluando y utilizando el método de la deshidratación osmótica con el Agentes Osmodeshidratante (sacarosa) a tres Concentraciones (50°, 60° y 70°Brix) y dos Temperaturas experimentales (15° y 30°C) con tres repeticiones para cada combinación, siendo el total de ensayos: 1AO x 3C x 2T x 3 réplicas = **18 tratamientos** experimentales en un orden aleatorio como se muestra en la **Tabla 1.4**

AGENTE OSMODES HIDRATAN TE	CONCENTRACIÓN (°Brix)	T° (°C)	PÉRDIDA DE PESO(WR), PÉRDIDA DE AGUA (WL), GANANCIA DE SÓLIDOS SOLUBLES (SG)			TOTAL	CÓDIGO DE MUESTRA	PRO MEDI O (Rp)
			REPETICIONES					
			R1	R2	R3			
AO	C1	T1	Y(1,1,1)	Y(1,1,2)	Y(1,1,3)	Ya	A	y1
		T2	Y(1,2,1)	Y(1,2,2)	Y(1,2,3)	Yb	B	y2
	C2	T1	Y(2,1,1)	Y(2,1,2)	Y(2,1,3)	Yc	C	y3
		T2	Y(2,2,1)	Y(2,2,2)	Y(2,2,3)	Yd	D	Y4
	C3	T1	Y(3,1,1)	Y(3,1,2)	Y(3,1,3)	Ye	E	Y5
		T2	Y(3,2,1)	Y(3,2,2)	Y(3,2,3)	YfF	F	Y6
						$\sum Yz$		\bar{y}

TABLA 1.4

Arreglo matricial.

Donde:

AO = Agente Osmodeshidratante (sacarosa).

C1 = Concentración de la solución osmótica a 50°Brix.

C2= Concentración de la solución osmótica a 60°Brix.

C3 = Concentración de la solución osmótica a 70°Brix.

T1 = Temperatura 15°C.

T2 = Temperatura 30°C.

$\sum Y$ = Suma de todas las observaciones.

\bar{y} = Promedio de las observaciones bajo el i-ésimo tratamiento.

Yz = Total de las observaciones bajo el i-ésimo tratamiento.

3.3.4. Análisis Estadístico.

El análisis estadístico se realizó a través del diseño al azar con arreglo combinatorio al experimento factorial para los 18 tratamientos experimentales (6 tratamientos promedios, de acuerdo a la Tabla N°3) en un orden aleatorio utilizando el software de Microsoft Excel; donde la determinación de los resultados aceptables es evaluado mediante la calidad de ajuste del porcentaje del error medio relativo (%E) y el coeficiente de determinación (R^2) con el objetivo de analizar y/o evaluar los resultados mediante el ajuste de los modelos matemáticos de CRANCK, HAWKES Y FLINK, logrando así determinar el coeficiente efectiva de difusión para el kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado. (%E) aceptándose los valores obtenidos menores 10% como porcentaje de error medio relativo y por el coeficiente de determinación (R^2) mayores a 0.85.

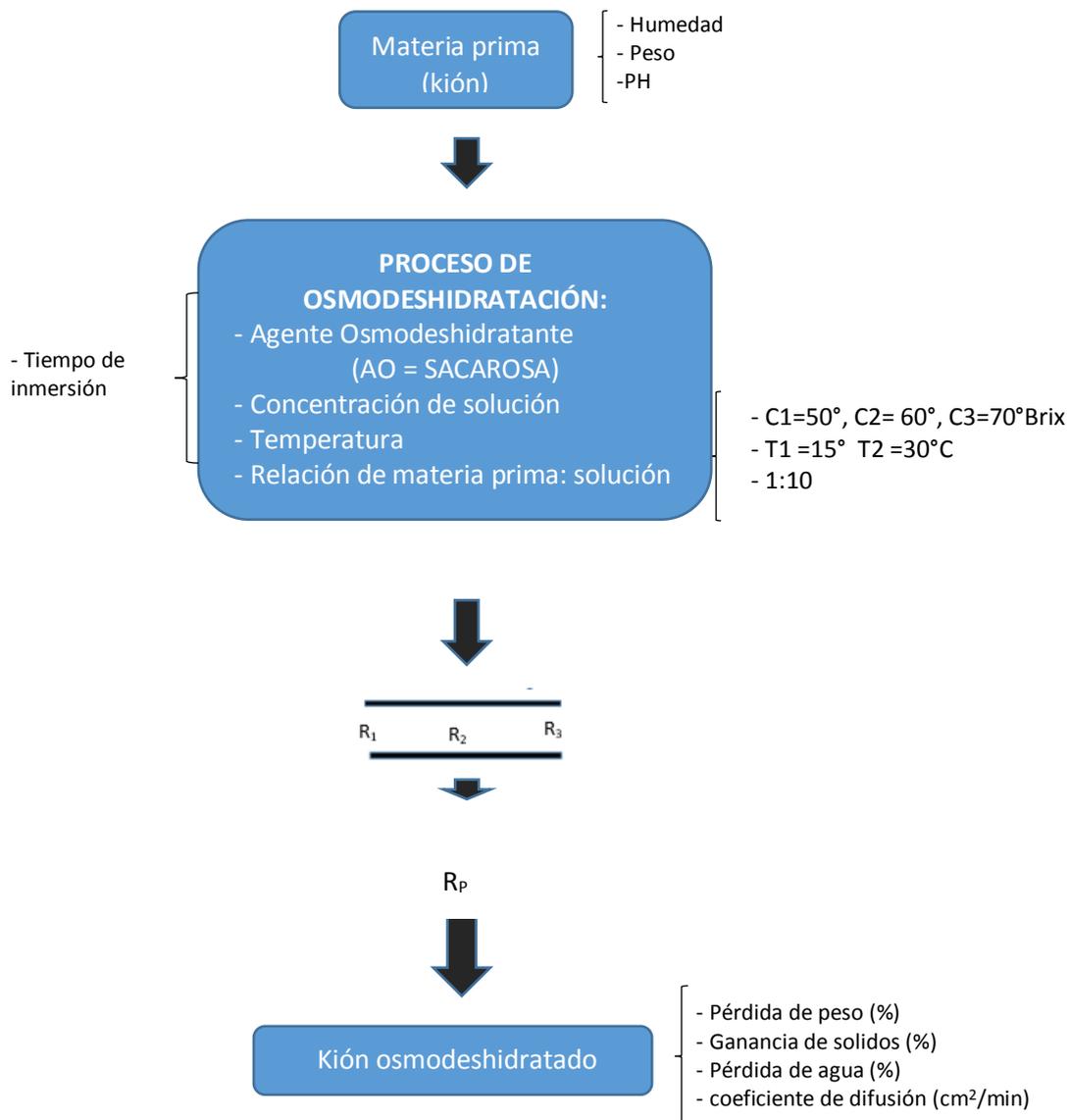


FIGURA 7

Diseño experimental de la Osmodeshidratación del Kión (Zingiber officinale roscoe).

3.3.4.1. Estimación de la influencia de la solución osmodeshidratante.

3.3.4.1.1. Pérdida de peso (WR).

$$WR\% = \frac{W_i - W_t}{W_i} \times 100 \text{ ec. (2) Según Barat (1998)}$$

Donde:

W_i = Peso de la muestra inicial en g.

W_t = Peso de la muestra al tiempo t en g.

3.3.4.1.2. Ganancia de sólidos (SG).

$$SG\% = \frac{P_t(1 - H_t) - P_0(1 - H_0)}{P_0} \times 100 \quad \text{ec. (3) Según Barona y Zapata (1990)}$$

$$H_{bh} = \frac{m_h - m_s}{m_h} \quad \text{ec. (3.1) Según Martines (2010)}$$

Donde:

$SG\%$ = Porcentaje de ganancia de sólidos.

P_t = Peso (gr.) de la muestra en el tiempo del experimento.

P_0 = Peso (gr.) de la muestra inicial.

H_0 = Humedad en base húmeda decimal de la muestra inicial.

H_t = Humedad en base húmeda decimal de la muestra en el tiempo.

3.3.4.1.3. Pérdida de agua (LW).

$$LW\% = SG\% + WR \quad \text{ec. (5) Según Barat (1998)}$$

3.3.4.2. Estimación de los coeficientes de difusión efectivos.

3.3.4.2.1. Modelo Matemático CRANCK.

Se desarrollará coeficientes de difusión efectiva para el kión (*Zingiber officinale roscoe*) por el método de pendiente:

$$\frac{WL - WL_\infty}{WL_0 - WL_\infty} = \frac{8}{\pi^2} \exp\left(-D_e \frac{\pi^2}{4R^2} t\right) \quad \text{ec. (6.1) Según Crank (1964)}$$

Siendo:

LW = Pérdida de agua [g agua.100 g⁻¹ MF],

D_e = Difusividad efectiva del agua que sale del sólido (cm²/seg.),

R = El radio de la fruta (cm).

LW_∞ = Masa de agua perdida por el sólido cuando alcanza el equilibrio.

LW_0 = Representa valor inicial de contenido de agua.

3.3.4.2.2. Modelo Matemático HAWKES Y FLINK.

$$\frac{WL}{LW_\infty} = 2 \left(\frac{Dt}{\pi l^2} \right)^{1/2} \quad \text{ec. (9) Según Hawkes y Flink (1978)}$$

Despejando la ecuación 9 se obtiene:

$$D = \left(\frac{LW^2}{LW_\infty^2 \times 4} \right) \left(\frac{\pi l^2}{t} \right) \quad \text{ec. (9.1)}$$

Donde:

D = Coeficiente de difusión de agua (cm²/seg).

t = Tiempo (seg.)

LW = Pérdida de agua en el tiempo de modelo (%)

LW_∞ = Pérdida de agua en el tiempo de equilibrio (%)

l = Longitud del diámetro de la muestra (cm).

3.3.4.3. Aceptación sensorial

La aceptación sensorial a través de la prueba de ordenación mediante una encuesta (ver Anexo B.3) teniendo como jurados a 30 estudiantes entre varones y mujeres correspondientes a la escuela profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias – UNSAAC, en la que se efectuó la degustación del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado a tres concentraciones de 50°, 60° y 70° Brix a dos temperaturas experimentales (15° y 30°C), donde se evaluó la aceptación mediante una ESCALA HEDÓNICA de 5 puntos.

1. Me disgusta.
2. Me disgusta ligeramente.
3. No me gusta ni me disgusta.
4. Me gusta ligeramente.
5. Me gusta.

TABLA 1.5

Kión osmodeshidratado a tres concentraciones de sacarosa y dos temperaturas.

AGENTE OSMODESHIDRATANTE (Sacarosa)	CONCENTRACIÓN (°Brix)	T° (°C)	CÓDIGO
Kión osmodeshidratado	50	15	A
		30	B
	60	15	C
		30	D
	70	15	E
		30	F

Las predilecciones serán de manera directa donde el análisis sensorial tiene como objetivo valorar:

- Valorar el grado de aceptación
- Preferencia de consumidor
- Constatar la calidad de nuestro producto

3.3.4.4 Análisis Físicoquímico y Microbiológico.

- Análisis Físicoquímico:

TABLA 1.6

Parámetros de control de las características físicoquímicas y métodos de ensayo en el kiñón (Zingiber officinale roscoe) osmodeshidratado.

PARÁMETRO DE CONTROL	MÉTODO DE ENSAYO
Humedad	Análisis de la asociación químico agrícola “Análisis de alimentos” F. leslie Hart, Harry Johnstone Fisher
Proteína	
Grasa	
Fibra	
Carbohidratos	
Ceniza	
pH	
Brix	

- Análisis Microbiológico:

TABLA 1.7

Parámetros de control de las características microbiológicas y métodos de ensayo en el kió (Zingiber officinale roscoe) osmodeshidratado.

PARÁMETRO DE CONTROL	MÉTODO DE ENSAYO
Ausencia de microorganismos patógenos (<i>Escherichia coli</i> y <i>Salmonella</i>).	Norma Sanitaria sobre Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano y La International
Presencia de mohos y levaduras.	Comission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

4.1. INFLUENCIA DE TEMPERATURA CON EL TIEMPO DE OSMODESHIDRATACIÓN DEL KIÓN (*Zingiber officinale roscoe*)

- Para la temperatura de 15°C:

La osmodeshidratación del kión (*Zingiber officinale roscoe*) en las concentraciones de 50°, 60° y 70°Brix se efectuó los controles de peso en intervalos de 1 minuto; logrando alcanzar el primer peso de equilibrio de la muestra con la concentración de 60°Brix a los 31 min., seguidamente por el de 70°Brix a los 33 min., y por último el de 50°Brix a los 34 min.; siendo notorio la osmodeshidratación a partir del primer minuto como se muestra en el **Tabla 2.**

- Para la temperatura de 30°C:

La osmodeshidratación del kión (*Zingiber officinale roscoe*) en las concentraciones de 50°, 60° y 70°Brix se efectuó los controles de peso en intervalos de 3 minutos; logrando alcanzar el primer peso de equilibrio de la muestra en las concentraciones de 50° y 60°Brix a los 42 min., seguidamente por el de 70°Brix a los 45 min.; pudiéndose detectar notablemente la variación del peso de la muestra osmodeshidratada cada 3 min. del experimento; como se muestra en el **Tabla 3.**

La determinación de los porcentajes de humedad para los tratamientos promedios (Ya, Yb, Yc, Yd, Ye y Yf) de las dos temperaturas experimentales (15°C y 30°C); es a través de los pesos promedios de la muestra en función al tiempo; siendo el tiempo inversamente proporcional al porcentaje de humedad de la muestra osmodeshidratada; es decir que en los primeros tiempos de la osmodeshidratación es mayor el porcentaje de humedad perdida de la

muestra y según que se va incrementando el tiempo el porcentaje de humedad disminuye; pudiéndose verificar en los **Tablas 2 y 3**.

Chuquillanqui Romero Luz Mariela (2017) el porcentaje de humedad (base húmeda) en función al tiempo durante el deshidratado osmótico de kiwi verde, la pendiente de la curva de todas las soluciones osmóticas (sacarosa, miel y glucosa), tienen un descenso brusco en los primeros tiempos de osmodeshidratación, luego comienza a decrecer lentamente. Además, a mayor concentración de solución osmótica (60 °Brix), la humedad es menor.

Para Suca, C. A. (2007). el contenido de humedad en la deshidratación osmótica tiende a eliminar agua debido al efecto de la osmosis, donde se da un intercambio de agua hacia el exterior y el ingreso de sólidos hacia el interior de la fruta. También dice la mayor pérdida de humedad se da en las 2 primeras horas aproximadamente para todas las concentraciones.

La Determinación del porcentaje de humedad de la muestra es de acuerdo a la ecuación (1):

$$\% H = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \times 100 \quad ec(1) \text{ Según AOAC (1997)}$$

Donde:

$\% H$ = porcentaje de humedad.

W_1 = peso de muestra (g).

W_2 = peso de muestra seca (g).

Reemplazando los datos experimentales para el tratamiento promedio (**Ya**); donde el peso de la muestra seca es $W_2 = 2.2205\text{g}$.; correspondiente al **Tabla 2**:

➤ % de humedad inicial: $W_1 = 2.7079 \text{ g}$.

$$\% H = \frac{(2.7079 - 2.2205)}{2.7079} \times 100$$

$$\% H = \frac{0.4874}{2.7079} \times 100$$

$$\% H = 17.9992$$

➤ % de humedad al 1' : $W_1 = 2.6808$ g.:

$$\% H = \frac{(2.6808 - 2.2205)}{2.6808} \times 100$$

$$\% H = 17.1702$$

Continuando así el mismo procedimiento hasta llegar al tiempo de los 34min correspondientes al **Tabla 2**.

Seguidamente reemplazando los datos experimentales para el tratamiento promedio (**Yb**); donde el peso de la muestra seca es $W_2 = 2.2279$ g.; correspondiente al **Tabla 2**:

➤ % de humedad inicial: $W_1 = 2.7253$ g.:

$$\% H = \frac{(2.7253 - 2.2279)}{2.7253} \times 100$$

$$\% H = 18.2512$$

➤ % de humedad al 1' : $W_1 = 2.7149$ g.:

$$\% H = \frac{(2.7149 - 2.2279)}{2.7149} \times 100$$

$$\% H = 17.9380$$

Continuando así el mismo procedimiento hasta llegar a los 31 min correspondientes al **Tabla**

2.

Del mismo procedimiento reemplazando los datos experimentales para el tratamiento promedio (**Yc**); donde el peso de la muestra seca es **$W_2 = 2.3019\text{g.}$** ; correspondiente al **Tabla**

2:

➤ % de humedad inicial: $W_1 = 2.7203 \text{ g.}$:

$$\% H = \frac{(2.7203 - 2.3019)}{2.7203} \times 100$$

$$\% H = 15.3807$$

➤ % de humedad al 1' : $W_1 = 2.7178 \text{ g.}$:

$$\% H = \frac{(2.7178 - 2.3019)}{2.7178} \times 100$$

$$\% H = 15.3028$$

Para el **Tabla 3**; el mismo procedimiento reemplazando los datos experimentales para el tratamiento promedio (**Yd**); donde el peso de la muestra seca es **$W_2 = 1.5207\text{g.}$** :

➤ % de humedad inicial: $W_1 = 2.7230$ g.:

$$\% H = \frac{(2.7230 - 1.5207)}{2.7230} \times 100$$

$$\% H = 44.1535$$

Tratamiento promedio (**Ye**); donde el peso de la muestra seca es $W_2 = 1.3938$ g. y $W_1 = 2.7413$ g.:

$$\% H = \frac{(2.7413 - 1.3938)}{2.7413} \times 100$$

$$\% H = 49.1555$$

Tratamiento promedio (**Yf**); donde el peso de la muestra seca es $W_2 = 1.4197$ g. y $W_1 = 2.7301$ g.:

$$\% H = \frac{(2.7301 - 1.4197)}{2.7301} \times 100$$

$$\% H = 47.9982$$

Continuando así el mismo procedimiento correspondientes para los **Tablas 2 y 3**.

TABLA 2

*Determinación del porcentaje de humedad en función al Tiempo de Osmodeshidratación del kión (*Zingiber officinale roscoe*) a una Temperatura de 15°C en concentraciones de 50°, 60° y 70°Brix (Control de peso promedio de la muestra hasta llegar el equilibrio).*

Tratamiento						
Promedio - °BRIX	Ya - 50°		Yb - 60°		Yc - 70°	
tiempo (min)	Peso (g.)	Humedad (%)	Peso (g.)	Humedad (%)	Peso (g.)	Humedad (%)
0	2.7079	17.9992	2.7253	18.2512	2.7203	15.3807
1'	2.6808	17.1702	2.7149	17.9380	2.7178	15.3028
2'	2.6784	17.0960	2.7070	17.6986	2.7102	15.0653
3'	2.6771	17.0558	2.6997	17.4760	2.6986	14.7002
4'	2.6671	16.7448	2.6892	17.1538	2.6889	14.3925
5'	2.6457	16.0714	2.6816	16.9190	2.6788	14.0697
6'	2.6361	15.7657	2.6731	16.6548	2.6655	13.6410
7'	2.6294	15.5511	2.6660	16.4329	2.6568	13.3582
8'	2.6209	15.2772	2.6582	16.1876	2.6453	12.9815
9'	2.6147	15.0763	2.6504	15.9410	2.6315	12.5252
10'	2.6089	14.8875	2.6409	15.6386	2.6233	12.2517
11'	2.5999	14.5929	2.6338	15.4112	2.6128	11.8991
12'	2.5922	14.3392	2.6262	15.1664	2.6024	11.5470
13'	2.5841	14.0707	2.6118	14.6987	2.5941	11.2640
14'	2.5762	13.8072	2.6080	14.5744	2.5836	10.9034
15'	2.5699	13.5959	2.6010	14.3445	2.5746	10.5919
16'	2.5618	13.3227	2.5971	14.2159	2.5603	10.0926
17'	2.5553	13.1022	2.5915	14.0305	2.5502	9.7365

18'	2.5477	12.8430	2.5798	13.6406	2.5381	9.3062
19'	2.5417	12.6372	2.5610	13.0066	2.5274	8.9222
20'	2.5265	12.1116	2.5498	12.6245	2.5212	8.6982
21'	2.5128	11.6324	2.5336	12.0658	2.5130	8.4003
22'	2.5047	11.3467	2.5211	11.6298	2.5069	8.1774
23'	2.4952	11.0091	2.5106	11.2603	2.4971	7.8171
24'	2.4871	10.7193	2.4917	10.5871	2.4896	7.5394
25'	2.4779	10.3878	2.4764	10.0347	2.4826	7.2787
26'	2.4679	10.0247	2.4628	9.5379	2.4725	6.8999
27'	2.4546	9.5372	2.4498	9.0579	2.4638	6.5712
28'	2.4429	9.1039	2.4434	8.8197	2.4542	6.2057
29'	2.4334	8.7491	2.4206	7.9608	2.4428	5.7680
30'	2.4211	8.2855	2.4203	7.9494	2.4344	5.4428
31'	2.4120	7.9395	2.4200	7.9380	2.4237	5.0254
32'	2.4012	7.5254			2.4232	5.0058
33'	2.4009	7.5138			2.4230	4.9979
34'	2.4007	7.5061				
Peso de muestra seca	2.2205		2.2279		2.3019	

Fuente: elaboración propia.

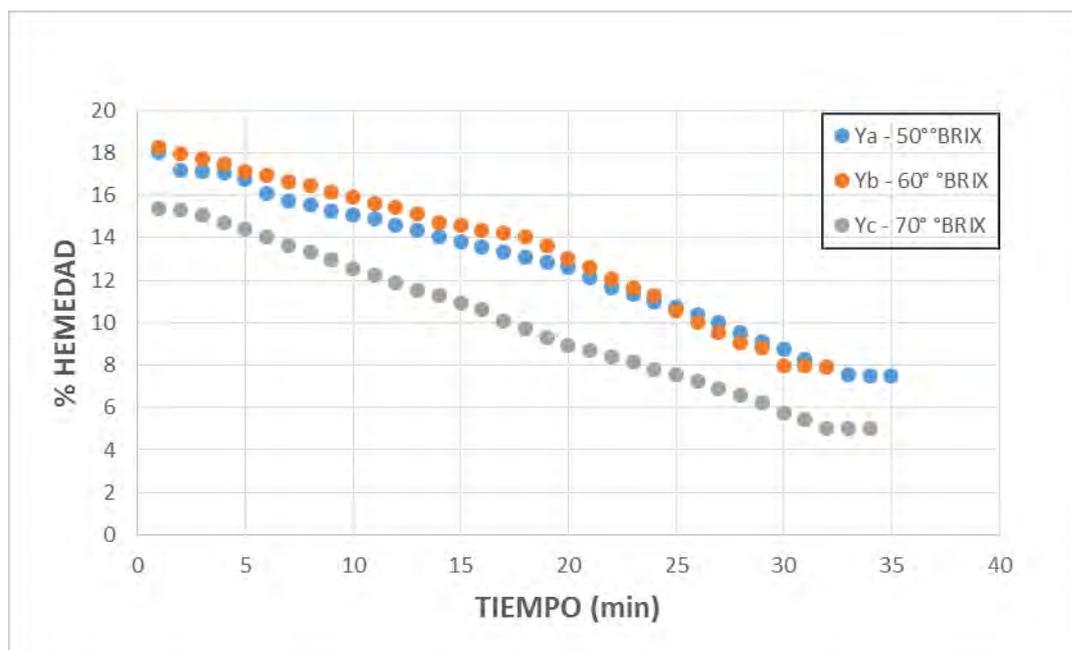


FIGURA 8

Evolución del porcentaje de humedad para kión (Zingiber officinale roscoe) osmodeshidratado en función al tiempo en las concentraciones 50°, 60° y 70° Brix a una temperatura de 15°C.

TABLA 3

Determinación del porcentaje de humedad en función al Tiempo de Osmodeshidratación del kión (Zingiber officinale roscoe) a una Temperatura de 30°C en concentraciones de 50°, 60° y 70°Brix (Control de peso promedio de la muestra hasta llegar el equilibrio).

Tratamiento Promedio - °BRIX	Yd - 50°		Ye - 60°		Yf - 70°	
	Peso (g.)	Humedad (%)	Peso (g.)	Humedad (%)	Peso (g.)	Humedad (%)
tiempo (min)						
0	2.7230	44.1535	2.7413	49.1555	2.7301	47.9982
3'	2.2014	30.9212	2.0049	30.4803	1.9117	25.7363
6'	2.0305	25.1071	1.9526	28.6183	1.7964	20.9697
9'	1.9492	21.9834	1.7839	21.8678	1.7094	16.9475
12'	1.9194	20.7721	1.7562	20.6355	1.6965	16.3159
15'	1.8617	18.3166	1.7170	18.8235	1.6189	12.3047

18'	1.8489	17.7511	1.7068	18.3384	1.6174	12.2233
21'	1.8141	16.1733	1.6686	16.4689	1.5846	10.4064
24'	1.7890	14.9972	1.6302	14.5013	1.5839	10.3668
27'	1.7871	14.9068	1.6194	13.9311	1.5621	9.1159
30'	1.7319	12.1947	1.6083	13.3371	1.5553	8.7186
33'	1.7228	11.7309	1.5979	12.7730	1.5474	8.2526
36'	1.7140	11.2777	1.5912	12.4057	1.5393	7.7698
39'	1.7003	10.5628	1.5833	11.9687	1.5311	7.2758
42'	1.7001	10.5523	1.5833	11.9687	1.5298	7.1970
45'					1.5296	7.1849
Peso de muestra seca	1.5207		1.3938		1.4197	

Fuente: elaboración propia.

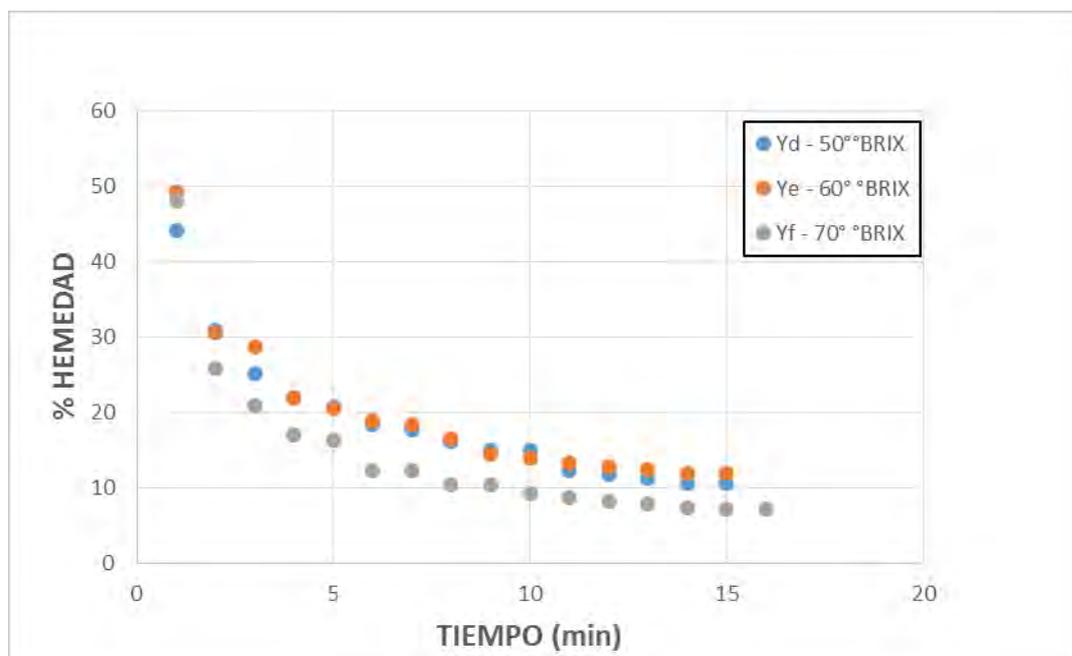


FIGURA 9

*Evolución del porcentaje de humedad para kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado en función al tiempo en las concentraciones 50°, 60° y 70° Brix a una temperatura de 30°C.*

Como se puede observar en los **Tablas 2 y 3** la humedad inicial para 50°, 60° y 70° Brix a una temperatura experimental de 15°C es de 17.9992%, 18.2512 %y 15.3807%

respectivamente y para una T° de 30°C es de 44.1535, 49.1555 y 47.9982 correspondientes a la misma concentración de solución de $^\circ\text{Brix}$; pudiéndose denotar que mayor % de Humedad inicial se encuentra a la temperatura experimental de 30°C .

Aguilar, M. (2011), manifiesta que el aumento de la temperatura del sistema va a producir cambios en la permeabilidad de la pared celular y en la fluidez del jarabe. El aumento de la permeabilidad produce una mayor velocidad de deshidratación, debido a la mayor movilidad de las moléculas y a la pérdida de la selectividad de la membrana, la cual permite un mayor intercambio de agua que sale de la fruta, pero también un mayor ingreso de solutos o componentes del jarabe. Esto reforzado por el contacto más íntimo entre el jarabe, que por acción del calor se hace más fluido.

Alvarado, J. (1996), indicó que la pre concentración osmótica de alimentos se realiza usualmente hasta alcanzar una reducción en de peso por la pérdida de humedad del 50%, ya que una reducción mayor requiere mucho tiempo. Señaló la razón principal por lo cual la deshidratación parcial en una solución de azúcar, permite obtener una fruta deshidratada de excelente calidad. La alta concentración de azúcar que rodea a los trozos de fruta es un adecuado inhibidor del pardeamiento enzimático oxidativo que ocurre en frutas cortadas.

Rodríguez (2009); menciona que la deshidratación osmótica es el pre tratamiento reportado más común usado antes del secado por aire caliente. Este proceso consiste esencialmente en poner en contacto el producto alimenticio con una solución de azúcar o sal y permitir la difusión del agua del producto. La cantidad intercambiada de soluto depende de la concentración y temperatura de la solución osmótica, el tiempo de inmersión y la superficie expuesta.

Yupanqui Cristóbal Edith Angela (2010), manifiestan que la T° es una de las variables que más afecta el proceso de deshidratación osmótica, ya que un aumento de la misma intensifica la eliminación de agua y la penetración de la solución osmótica en el tejido. En los alimentos,

el contenido de agua y de solutos en función del tiempo, se observa una disminución de agua y un aumento de los azúcares en el tiempo.

4.2. INFLUENCIA DE LA SOLUCIÓN OSMODESHIDRATANTES (PÉRDIDA DE PESO, GANANCIA DE SÓLIDOS SOLUBLES Y PÉRDIDA DE AGUA)

Alvarado, J. (1996), manifiesta que la concentración del jarabe influye directamente sobre la cinética de deshidratación osmótica, porque al mantener una alta diferencia de concentraciones a lado y lado de la membrana, se incrementa más la presión osmótica, favoreciendo un rápido flujo de agua a través de la membrana en busca del equilibrio.

Aguilar, M. (2011), indica que el peso molecular y el tamaño del compuesto de que está preparado el jarabe, también influyen para que se produzca el fenómeno de ingreso de este compuesto a la fruta a través de la membrana, paralelo a la salida de agua de la fruta hacia el jarabe. El ingreso de los sólidos es del orden del 3 al 10% del total de los sólidos de la fruta y se produce a mayor velocidad durante los primeros minutos de inmersión.

4.2.1. Pérdida de peso.

En relación a la pérdida de peso la influencia de la solución osmodeshidratante (sacarosa) durante el proceso de la osmodeshidratación en las concentraciones de 50°, 60° y 70° Brix se logra observar que las muestras de acuerdo al tiempo transcurrido van perdiendo peso, siendo más notoria en la temperatura experimental de 30°C como se muestra en el **Cuadros A.2**; determinándose con mayor pérdida de peso desde el inicio y final del tiempo de la osmodeshidratación en la concentración de 70° Brix con 29.9769% - 43.9727%; seguidamente por la concentración de 60° Brix con 26.8632% - 42.2427% y el de 50° Brix con 19.1553% - 37.5652% a comparación de la temperatura de 15°C la osmodeshidratación es muy lenta; donde la concentración de 50°Brix tiene una pérdida de peso desde el inicio y final del tiempo de la osmodeshidratación con 1.0008% - 11.3446%; seguidamente por la

concentración de 60° Brix con 0.3816% - 11.2024% y por último el de 70° Brix con 0.0919% - 10.9289%; pudiéndose verificar en el Anexo **Cuadro A.1**.

Los valores de pérdida de peso en el kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado; se determinó de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$WR\% = \frac{W_i - W_t}{W_i} \times 100 \text{ ec. (2) según Barat (1998).}$$

Reemplazando, para el Anexo **Tabla A.1**. para el tratamiento **(Ya)**:

$$WR\% = \frac{2.7079 - 2.7079}{2.7079} \times 100 \text{ donde } WR\% = 0.00$$

$$WR\% = \frac{2.7079 - 2.6808}{2.7079} \times 100 \text{ donde } WR\% = 1.0008$$

$$WR\% = \frac{2.7079 - 2.6784}{2.7079} \times 100 \text{ donde } WR\% = 1.0894$$

Continuando así reemplazando los datos en todos los tratamientos promedios (Ya, Yb, Yc, Yd, Ye y Yf) la aplicación de la ecuación (2); como se muestra en los Anexo **Tabla A.1** y **Tabla A.2**.

Azuara Nieto, E.; Gutiérrez López, G.F. and Beristain Guevara, C. I. (2003). manifiestan que a una mayor incorporación de agua y en consecuencia un porcentaje de pérdida de peso en los frutos inmersos en el edulcorante. 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.

Rios Pérez Margarita María; Márquez Cardozo Carlos Julio y Ciro Velásquez Héctor José (2005), expresa que la velocidad de penetración del soluto a la fruta es directamente proporcional al nivel de concentración e inversamente al tamaño molecular del azúcar, por lo tanto, se podría inferir que la sacarosa es el soluto de mayor peso y tamaño molecular por su menor capacidad osmodeshidratante.

4.2.2. Ganancia de sólidos solubles.

En relación a la ganancia de sólidos solubles la influencia de la solución osmodeshidratante (sacarosa) durante el proceso de la osmodeshidratación en las concentraciones de 50°, 60° y 70° Brix se logra observar que las muestras de acuerdo al tiempo transcurrido va reduciendo la cantidad de ganancia de sólidos solubles, siendo más notoria en la temperatura experimental de 30°C como se muestra en el **Tabla A.2**; determinándose que la mayor ganancia de sólidos solubles es en el tiempo inicial y al finalizar el tiempo de la osmodeshidratación se va reduciendo, siendo así en la concentración de 60° Brix con 5.9946% -2.9246 %; seguidamente por la concentración de 70° Brix con 5.4049% - 1.7719% y el de 50° Brix con 4.7835% - 2.4714%; a comparación de la temperatura de 15°C la relación es inversa a su vez ganancia de sólidos solubles es muy lenta; siendo esta directamente proporcional al tiempo; es decir mientras va transcurriendo el tiempo de la osmodeshidratación la cantidad de ganancia de sólidos solubles va ascendiendo; donde la concentración de 50°Brix tiene una ganancia de sólidos solubles desde el inicio y final del tiempo de la osmodeshidratación con 0.1694% - 0.7598%; seguidamente por la concentración de 60° Brix con 0.0666% - 0.7884% y por último el de 70° Brix con 0.0122% - 0.4859%; pudiéndose verificar en el **Tabla A.1**.

Garzón, M. (2014), menciona a menor concentración aumenta la ganancia de sólidos y pérdida de peso, a mayor concentración menor será la pérdida de agua.

Al respecto Ochoa-Martínez, CI; Ayala-Aponte .A (2005), indica que la ganancia de sólidos es proporcional a la concentración y temperatura, dado a la complejidad del sistema no se conocen relaciones matemáticas que permitan predecir de manera óptima las variables de proceso para unas variables de respuesta dada.

Los valores de ganancia de sólidos en el kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado; se determina de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$SG\% = \frac{P_t(1-H_t)-P_0(1-H_0)}{P_0} \times 100 \quad \text{ec. (3) Según Barona y Zapata (1990)}$$

Donde:

$SG\%$ = Porcentaje de ganancia de sólidos.

P_t = Peso (gr.) de la muestra en el tiempo del experimento.

P_0 = Peso (gr.) de la muestra inicial.

H_0 = Humedad en base húmeda decimal de la muestra inicial.

H_t = Humedad en base húmeda decimal de la muestra en el tiempo.

Para efectuar la aplicación de la ecuación (3) se tuvo que realizar la determinación de la humedad en base húmeda (H_{bh}) para el **Tabla 2** correspondiente al tratamiento promedio **Ya:**

$$H_{bh} = \frac{m_h - m_s}{m_h} \quad \text{ec. (3.1) Según Martines (2010)}$$

Donde:

m_h = masa de la muestra húmeda (gr.)

m_s = masa de la muestra seca (gr.)

- Determinación de humedad en base húmeda decimal de la muestra inicial:

$$H_{bh} = \frac{2.7079 - 2.2205}{2.7079} \text{ donde } H_{bh} = 0.1800$$

- Determinación de humedad en base húmeda decimal de la muestra al tiempo de 1 min:

$$H_t = \frac{2.6808 - 2.2205}{2.7079} \text{ donde } H_{bh} = 0.1700$$

- Determinación de humedad en base húmeda decimal de la muestra al tiempo de 2 min.:

$$H_t = \frac{2.6784 - 2.2205}{2.7079} \text{ donde } H_{bh} = 0.1691$$

Logrando así continuar reemplazando en todos los datos experimentales (tratamientos promedios: Ya, Yb, Yc, Yd, Ye y Yf) aplicando la ecuación (3.1) de acuerdo a los datos de los **Tabla 2** y **3**.

Una vez obteniendo los datos H_0 y H_t se logra reemplazar en la ecuación (3) para los **Tabla A.1** y **Tabla A.2.**; tratamiento promedio (Ya):

$$SG\% = \frac{2.7079(1 - 0.1800) - 2.7079(1 - 0.1800)}{2.7079} \times 100 \text{ donde } SG\% = 0.00$$

$$SG\% = \frac{2.6808(1 - 0.1700) - 2.7079(1 - 0.1800)}{2.7079} \times 100 \text{ donde } SG\% = 0.1694$$

$$SG\% = \frac{2.6784(1 - 0.1691) - 2.7079(1 - 0.1800)}{2.7079} \times 100 \text{ donde } SG\% = 0.1848$$

Continuando así reemplazando los datos en todos los tratamientos promedios la aplicación de la ecuación (3); como se muestra en los **Tabla A.1** y **Tabla A.2**.

4.2.3. Pérdida de agua.

En relación a la pérdida de agua la influencia de la solución osmodeshidratante (sacarosa) durante el proceso de la osmodeshidratación en las concentraciones de 50°, 60° y 70° Brix se logra observar que las muestras de acuerdo al tiempo transcurrido van perdiendo agua, siendo más notoria en la temperatura experimental de 30°C como se muestra en el **Tabla A.2**; determinándose con mayor pérdida de agua desde el inicio y final del tiempo de la osmodeshidratación en la concentración de 70° Brix con 35.3818% - 45.74467%; seguidamente por la concentración de 60° Brix con 32.8578% - 45.1673% y el de 50° Brix con 23.9388% - 40.0366% a comparación de la temperatura de 15°C la osmodeshidratación es muy lenta; donde la concentración de 50°Brix tiene una pérdida de agua desde el inicio y final del tiempo de la osmodeshidratación con 1.1702% - 12.1044%; seguidamente por la concentración de 60° Brix con 0.4482% - 11.9908% y por último el de 70° Brix con 0.1041% - 11.4148%; pudiéndose verificar en el **Tabla A.1**.

Los valores de pérdida de agua en kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado; se desarrollaron de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$LW\% = SG\% + WR\% \text{ ec. (5) según Barat (1998).}$$

Reemplazando, para el **Tabla A.1**; tratamiento promedio Ya:

$$LW\% = 0.00 + 0.00 \quad \text{donde} \quad LW\% = 0.00$$

$$LW\% = 0.1694 + 1.0008 \quad \text{donde} \quad LW\% = 1.1702$$

$$LW\% = 0.1848 + 1.0894 \quad \text{donde} \quad LW\% = 1.2742$$

Continuando así reemplazando los datos en todos los tratamientos promedios la aplicación de la ecuación (5); como se muestra en las: **Tabla A.1 y Tabla A.2**.

De acuerdo a los resultados obtenidos se logra observar que la influencia de la solución osmodeshidratante en relación a la pérdida de agua son más altos en comparación a la pérdida de peso y ganancia de sólidos. Así mismo podemos denotar que la temperatura es directamente proporcional a la influencia de la solución osmodeshidratante (pérdida de agua, pérdida de peso y ganancia de sólidos solubles) verificándose que a la temperatura experimental de 30°C se obtiene mayor resultados en comparación al de 15°C; como se pueden evidenciar en la Figuras (A.1) – (A.6)(Anexo A).

Torres, D. Salvador, D, Baltazar, R, Siche, R (2013), mencionan que el mayor peso molecular favorece la pérdida de agua, y para Chuquillanqui Romero Luz Mariela (2017). en las primeras horas se pierde la mayor cantidad de agua, cuanto mayor sea la concentración aumentará la velocidad de salida de agua del producto, además a mayor concentración se produce la pérdida de agua en menor tiempo de manera que el fruto se encuentra en contacto en menos tiempo esto se debe a que a una concentración alta se debilita la resistencia de la estructura de la fruta.

Roncero, B.; Quevedo, R.; Leiva, J. (2007); indican que el contenido de agua y concentración de azúcares función del tiempo. La duración del proceso debe ser lo más corta

posible para conseguir una buena deshidratación. En un tratamiento osmótico se consiguen unas pérdidas rápidas de agua durante las dos primeras horas.

Chuquillanqui Romero Luz Mariela (2017), manifiesta que la deshidratación osmótica pasa por varios estados de equilibrio; uno de ellos se manifiesta en la mayor pérdida de agua desde el alimento hacia la disolución concentrada y la menor ganancia de sólidos solubles hacia el interior del alimento. Otro se alcanza cuando se iguala la actividad de agua (a_w) del alimento con la disolución osmótica.

4.3. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE EFECTIVO DE DIFUSIÓN DEL KIÓN (*Zingiber officinale roscoe*) OSMODESHIDRATADO MEDIANTE EL MODELO MATEMÁTICO DE CRANCK, HAWKES Y FLINK.

4.3.1. Modelo matemático de CRANCK.

$$\frac{LW - LW_{\infty}}{LW_0 - LW_{\infty}} = \frac{8}{\pi^2} \exp\left(-D_e \frac{\pi^2}{4R^2} t\right) \text{ ec. (6.1.) Según Cranck (1964) citado por Ballesteros José}$$

Moraga (2008)

A partir de la ecuación (4.7.1); se logra graficar $\ln\left(\frac{LW - LW_{\infty}}{LW_0 - LW_{\infty}}\right)$ vs el tiempo con los resultados obtenidos de la pérdida de agua de la osmodeshidratación del kión (*Zingiber officinale roscoe*); lográndose obtener ecuaciones de regresión lineal y coeficientes de determinación (R^2) como se muestran en las Figuras N° 5 y N° 6.

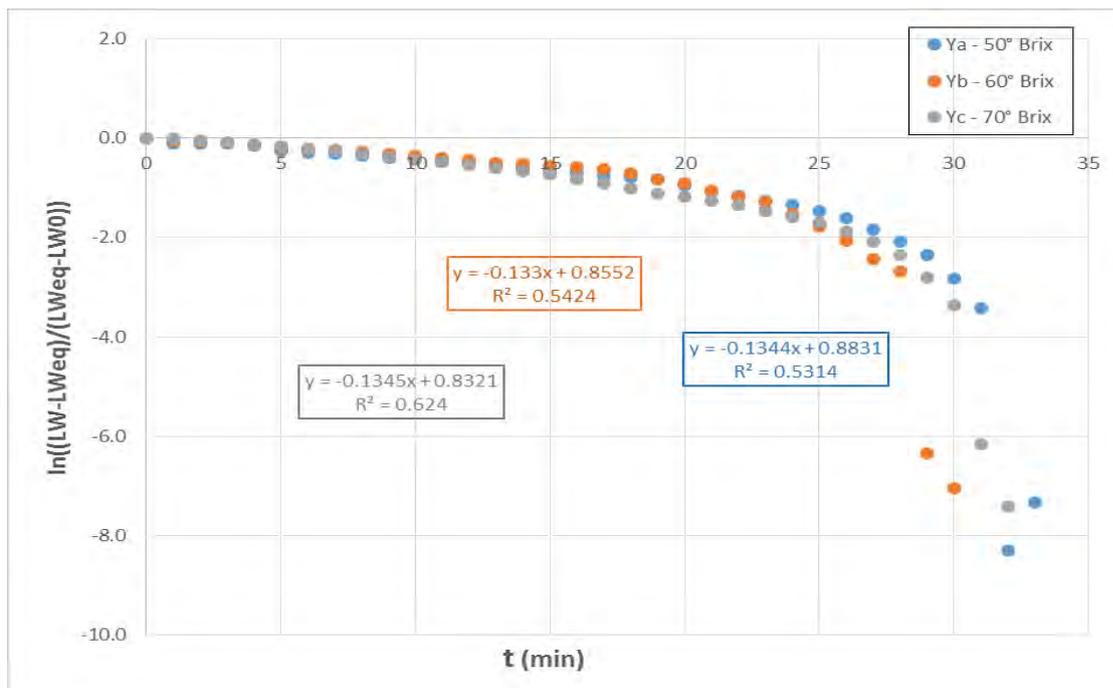


FIGURA 10

*Resultados experimentales y coeficiente de determinación del modelo CRANCK para el coeficiente efectivo de difusión del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado a una temperatura experimental de 15°C.*

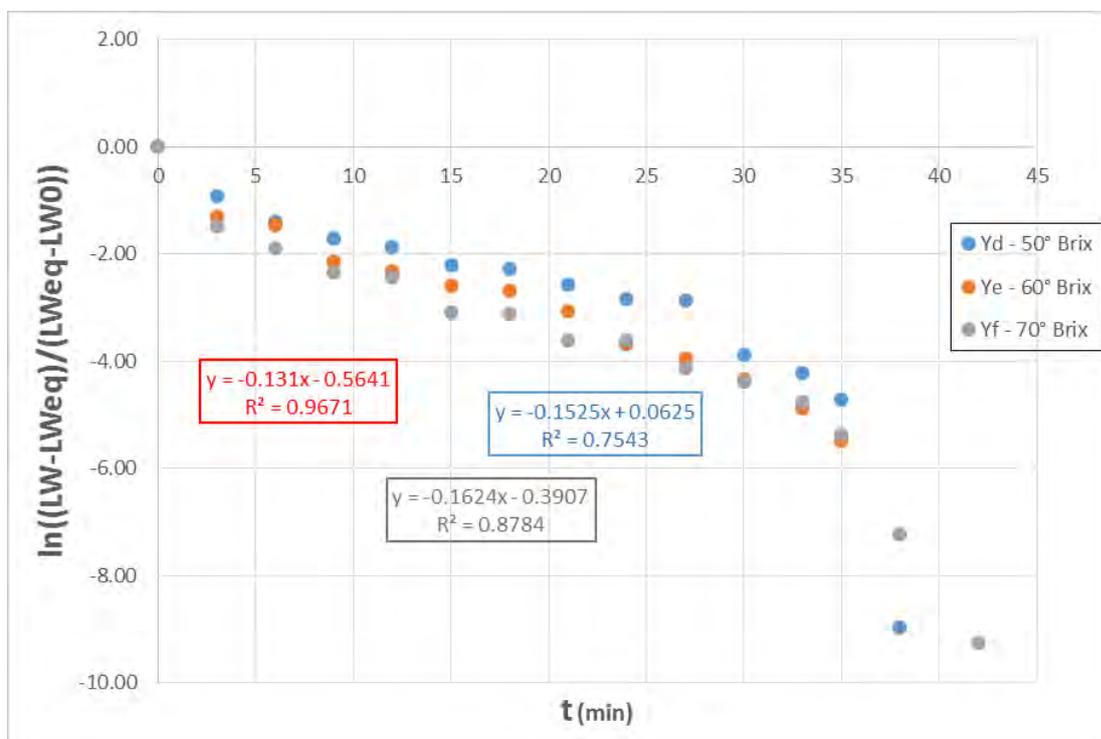


FIGURA 11

*Resultados experimentales y coeficiente de determinación del modelo CRANCK para el coeficiente efectivo de difusión del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado a una temperatura experimental de 30°C.*

De la regresión lineal de estos resultados se obtienen valores de D_e , obteniendo así la ecuación (6.2)

$$\ln\left(\frac{LW - LW_\infty}{LW_0 - LW_\infty}\right) = \ln\left(\frac{8}{\pi^2}\right)\left(-D_e \frac{\pi^2}{4R^2} t\right) \quad ec. (6.2)$$

Para la ecuación (6.2); se utiliza la ordenada al origen obtenida de la regresión lineal en lugar del término $\ln\left(\frac{8}{\pi^2}\right)$ establecida en la ecuación de Fick; es decir:

$$\ln\left(\frac{LW - LW_\infty}{LW_0 - LW_\infty}\right) = \ln\left(\frac{8}{\pi^2}\right)\left(-D_e \frac{\pi^2}{4R^2} t\right) \quad ec. (6.2)$$

$$\ln\left(\frac{LW - LW_\infty}{LW_0 - LW_\infty}\right) = cte - D_e \frac{\pi^2}{4R^2} t \quad ec. (6.3)$$

Donde:

$\ln\left(\frac{8}{\pi^2}\right) = cte =$ Ordenada al origen resultante de la regresión lineal de los datos

experimentales siendo esto igual a cero.

$-D_e \frac{\pi^2}{4R^2} t =$ Pendiente de la ecuación (m)

Según Ochoa-Martínez, CI; Ayala-Aponte A. (2005), siendo: LW pérdida de agua [g agua.100 g⁻¹ MF], D_e , la difusividad efectiva del agua que sale del sólido ($\text{cm}^2/\text{seg.}$), (fructosa o sacarosa según que corresponda) y R el espesor de la fruta (cm).

A partir de la pendiente de la ecuación se obtiene el coeficiente de difusión (D_e) para el modelo CRANCK:

$$D_e = -m \left(\frac{4R^2}{t \pi^2} \right) \quad \text{ec. (8) Según Cranck (1964)}$$

➤ Tratamiento promedio Ya:

$$D_e = -(-0.1344) \left(\frac{4 \times 0.01^2}{34 \times 3.1416^2} \right) = 1.6 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{min.}$$

➤ Tratamiento promedio Yb:

$$D_e = -(-0.1330) \left(\frac{4 \times 0.01^2}{31 \times 3.1416^2} \right) = 1.7 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{min.}$$

➤ Tratamiento promedio Yc:

$$D_e = -(-0.0122) \left(\frac{4 \times 0.01^2}{33 \times 3.1416^2} \right) = 1.7 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{min.}$$

Continuando así reemplazando en la ecuación (8) para todos los tratamientos promedios correspondientes al **Tabla 4** con sus respectivos tiempos de osmodeshidratación.

TABLA 4

Resultados experimentales de la pendiente de la ecuación y coeficiente de determinación de acuerdo a las Figuras 5 y 6; cálculo del Coeficiente efectiva de difusión para el modelo CRANCK.

Temperatura	Concentración °Brix	Tratamiento Promedio	Pendiente de la ecuación	Coefficiente de Determinación (R ²)	Coefficiente efectiva de difusión (cm ² /min)
15°	50°	Ya	-0.1344	0.5314	1.6x10 ⁻⁷
	60°	Yb	-0.1330	0.5424	1.7x10 ⁻⁷
	70°	Yc	-0.1345	0.6240	1.7x10 ⁻⁷
30°	50°	Yd	-0.1525	0.7453	1.5x10 ⁻⁷
	60°	Ye	-0.1310	0.9671	1.3x10 ⁻⁷
	70°	Yf	-0.1624	0.8784	1.5x10 ⁻⁷

Fuente: elaboración propia.

Podemos apreciar en el **Tabla 4** los valores de los coeficientes efectiva de difusión para el modelo matemático CRANCK; teniendo como resultados similares a excepción de los valores de 50°Brix de la temperatura de 15°C con 1.6x10⁻⁷ cm²/min; y a 30°C a 60°Brix con 1.3x10⁻⁷ de acuerdo a los resultados del obtenidos según el coeficiente de determinación R², los valores con mayor probabilidad de aceptación son correspondientes a la temperatura de 30°C; determinándose como coeficiente efectiva de difusión para el kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado encontrándose su R² entre 0.7453 - 0.9671.

De acuerdo a la ecuación:

$$\frac{LW-LW_{\infty}}{LW_0-LW_{\infty}} = \frac{8}{\pi^2} \exp\left(-D_e \frac{\pi^2}{4R^2} t\right) \quad \text{ec. (6.1.) Según Cranck (1964)}$$

Despejamos la ecuación (6.1.); logrando obtener la pérdida de agua para el modelo

CRANCK:

$$LW = \left\{ \left[\frac{8}{\pi^2} \exp \left(-D_e \frac{\pi^2}{4R^2} t \right) \right] (LW_0 - LW_\infty) \right\} + LW_\infty \quad \text{ec. (6.1.1)}$$

Reemplazando los datos experimentales en la ecuación (6.1.1):

- Tratamiento promedio Ya:

$$LW = \left\{ \left[\frac{8}{3.1416^2} \exp \left(-0.0003x \frac{3.1416^2}{4 \times 0.01^2} \times 34 \right) \right] (1.1702 - 12.1044) \right\} + 12.1044$$

$$LW = 4.3561$$

- Tratamiento promedio Yb:

$$LW = \left\{ \left[\frac{8}{3.1416^2} \exp \left(-0.0004x \frac{3.1416^2}{4 \times 0.01^2} \times 31 \right) \right] (0.4482 - 11.9908) \right\} + 11.9908$$

$$LW = 3.7999$$

- Tratamiento promedio Yc:

$$LW = \left\{ \left[\frac{8}{3.1416^2} \exp \left(-0.0004x \frac{3.1416^2}{4 \times 0.01^2} \times 33 \right) \right] (0.1041 - 11.4148) \right\} + 11.4148$$

$$LW = 3.4005$$

Continuando así reemplazando en todos los tratamientos promedios, obteniéndose los resultados correspondientes al **Tabla 5**.

TABLA 5

Resultados experimentales para el cálculo de pérdida de agua mediante la ecuación del modelo CRANCK para el kión (Zingiber officinale roscoe) osmodeshidratado con espesor de 0.01cm de muestra.

Temperatura	°Brix	Tratamiento Promedio	Coficiente efectiva de difusión (cm^2/min)	pérdida de agua del modelo CRANCK (%)
15°	50°	Ya	1.6×10^{-7}	4.3561
	60°	Yb	1.7×10^{-7}	3.7999
	70°	Yc	1.7×10^{-7}	3.4005
30°	50°	Yd	1.5×10^{-7}	28.8338
	60°	Ye	1.3×10^{-7}	36.4147
	70°	Yf	1.5×10^{-7}	38.6040

Fuente: elaboración propia.

- Calidad de ajuste del Modelo CRANCK

Se determina a partir del porcentaje de error medio relativo según la ecuación (10)

$$(\%)E = \frac{100}{n} \times \sum_{i=1}^n \left| \frac{LW_{exp} - LW_{calc}}{LW_{exp}} \right| \quad \text{ec. (10) Según Al-Muhtaseb (2004)}$$

Reemplazando los valores de la pérdida de agua de acuerdo al modelo CRANCK (**Tabla 5**) y la pérdida de agua del experimento (Cuadros A.1. y A.2.) según la ecuación 10 se obtiene los resultados del **Tabla 6**.

TABLA 6

Calidad de ajuste según el porcentaje de error medio relativo (%E) aplicada para el Modelo CRANCK.

Temperatura	°Brix	Tratamiento Promedio	Coficiente efectiva de difusión (cm^2/min)	pérdida de agua del modelo CRANCK	pérdida de agua del experimento	$\left \frac{LW_{exp} - LW_{calc}}{LW_{exp}} \right $
15°	50°	Ya	0.0341	4.3561	12.1044	0.6401
	60°	Yb	0.0370	3.7999	11.9908	0.6831
	70°	Yc	0.0352	3.4005	11.4148	0.7021
30°	50°	Yd	0.0313	28.8338	40.0366	0.2798
	60°	Ye	0.0269	36.4147	45.1673	0.1938
	70°	Yf	0.0312	38.6040	45.7446	0.1561
		$\sum_{i=1}^{18} \left \frac{LW_{exp} - LW_{calc}}{LW_{exp}} \right $				2.6550
(%)E						14.7500

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la calidad de ajuste el porcentaje de error medio relativo (%E) es de 14.75% pudiéndose deducir que el modelo matemático CRANCK no se ajusta para la determinación del Coeficiente efectivo de difusión del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado.

Mellado Julia (2017), menciona en su tesis: “Evaluación del Proceso de Transferencia de masa en la deshidratación osmótica en pulpa de guanábana (*Annona muricata* L.) que los valores de los coeficientes de difusión efectiva del agua para el modelo CRANCK, son resultados muy bajos; donde el mayor valor del coeficiente de difusión efectiva del agua es de $2.1250 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{seg.}$ para la concentración de solución de SACAROSA con 60°Brix y en cuanto al menor valor es de $1.5257 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{seg.}$ para la concentración de solución de SACAROSA con 50°Brix; de acuerdo a los resultados obtenidos del coeficiente de determinación R2 se observa que dichos resultados son inferiores a 0.85 permitiéndonos deducir que el coeficiente de difusión efectiva del agua del modelo Cranck no es aceptable para la deshidratación osmótica de la pulpa de Guanábana Categoría I.

4.3.2. Modelo matemático de HAWKES Y FLINK.

$$\frac{LW}{LW_{\infty}} = 2 \left(\frac{Dt}{\pi l^2} \right)^{1/2} \quad \text{ec. (9) Según Hawkes y Flink (1978)}$$

$$LW = A + Bt^{1/2} \quad \text{ec. (11) Según Hawkes y Flink (1978)}$$

Con los datos experimentales obtenidos en cada experiencia de la osmodeshidratación, se graficaron el porcentaje de pérdida de agua (%LW) vs el tiempo ($t^{0.5}$); para así obtener los datos de la ecuación (11); obteniendo valores de la ecuación del modelo correspondiente al **Tabla 7** de acuerdo a las **Figuras 7 y 8**.

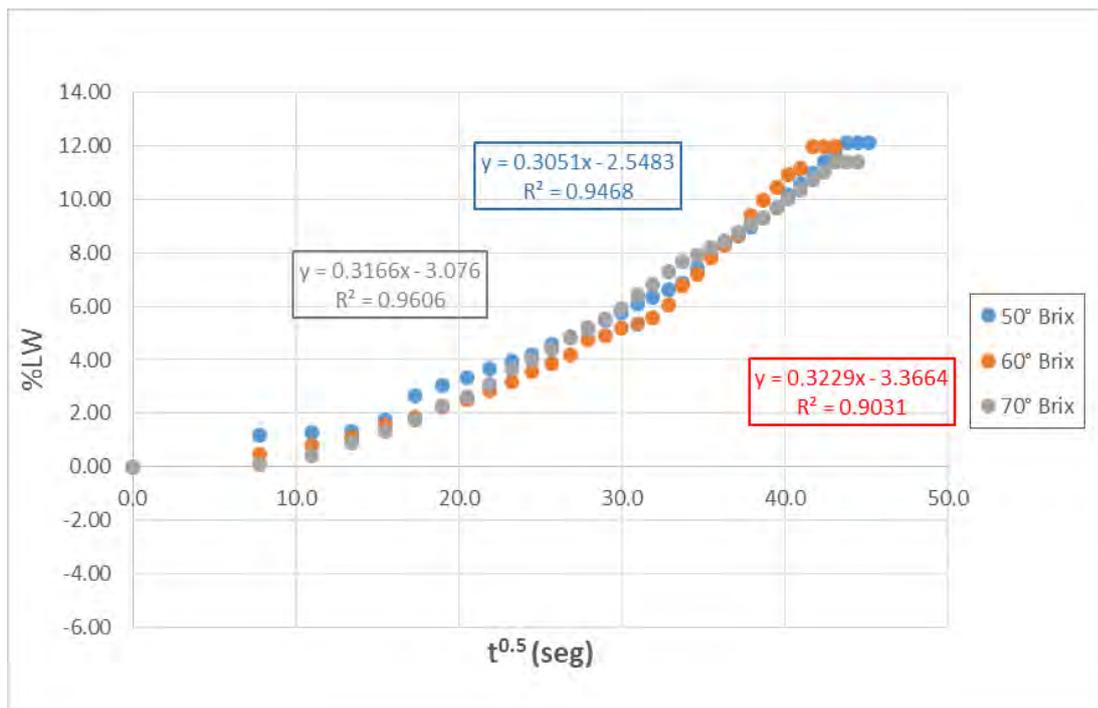


FIGURA 12

Resultados experimentales y coeficiente de determinación del modelo HAWKES Y FLINK para el coeficiente efectivo de difusión del kión (Zingiber officinale roscoe) osmodeshidratado con una longitud de 0.923cm a una temperatura de 15°C.

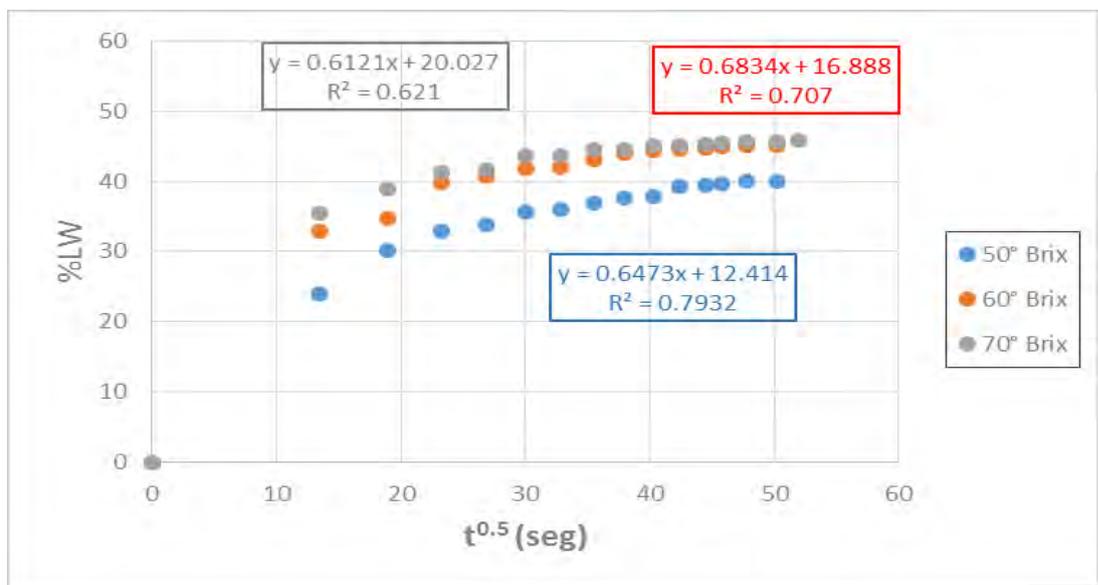


FIGURA 13

Resultados experimentales y coeficiente de determinación del modelo HAWKES Y FLINK para el coeficiente efectiva de difusión del kión (Zingiber officinale roscoe) osmodeshidratado con una longitud de 0.923cm a una temperatura de 30°C.

Reemplazando valores para el tratamiento promedio Ya del **Tabla 7** según la ecuación (2.8)

en el tiempo de osmodeshidratación (34 min = 2040 seg.):

$$LW = -2.5483 + 0.3051t^{0.5}$$

$$LW = -2.5483 + 0.3051 (2040)^{0.5}$$

$$LW = 11.2320$$

El mismo procedimiento se realiza para todos los tratamientos promedios correspondientes al

Tabla 7 con sus respectivos tiempos de osmodeshidratación.

TABLA 7

Resultados experimentales para el cálculo de pérdida de agua y ecuación del modelo HAWKES Y FLINK del kión (Zingiber officinale roscoe) osmodeshidratado con una longitud de 0.923cm.

Temperatura	°Brix	Tratamiento promedio	Ecuación del modelo	Pérdida de agua del modelo HAWKES Y FLINK
15°C	50°	Ya	$LW = 0.3051t^{0.5} - 2.5483$	11.2320
	60°	Yb	$LW = 0.3229t^{0.5} - 3.3647$	10.5612
	70°	Yc	$LW = 0.3166t^{0.5} - 3.0736$	11.0142
30°C	50°	Yd	$LW = 0.6473t^{0.5} + 12.414$	44.9082
	60°	Ye	$LW = 0.6834 t^{0.5} + 16.888$	51.1944
	70°	Yf	$LW = 0.6121t^{0.5} + 20.027$	51.8326

Fuente: elaboración propia.

Despejando la ecuación (9) obtenemos la ecuación (9.1):

$$\frac{LW}{LW_{\infty}} = 2 \left(\frac{Dt}{\pi l^2} \right)^{1/2} \quad \text{ec. (9) Según Hawkes y Flink (1978)}$$

$$D = \left(\frac{LW^2}{LW_{\infty}^2 \times 4} \right) \left(\frac{\pi l^2}{t} \right) \quad \text{ec. (9.1)}$$

Reemplazamos los valores en la ecuación (9.1) se obtiene:

- Para el Tratamiento promedio Ya:

$$D = \left(\frac{11.2320^2}{12.1044^2 \times 4} \right) \left(\frac{3.1416 \times 0.923^2}{2040} \right) = 0.0003 \text{ cm}^2/\text{seg.}$$

$$= 0.018 \text{ cm}^2/\text{min.}$$

- Para el Tratamiento promedio Yb:

$$D = \left(\frac{10.5612^2}{11.9908^2 \times 4} \right) \left(\frac{3.1416 \times 0.923^2}{1860} \right) = 0.018 \text{ cm}^2/\text{min.}$$

- Para el Tratamiento promedio Yc:

$$D = \left(\frac{11.0142^2}{11.4148^2 \times 4} \right) \left(\frac{3.1416 \times 0.923^2}{1980} \right) = 0.018 \text{ cm}^2/\text{min.}$$

Continuamos el mismo procedimiento de desarrollo para todos los tratamientos promedios como se muestra en el **Tabla 8**.

TABLA 8

Resultados experimentales del cálculo del Coeficiente efectiva de difusión según el modelo matemático HAWKES Y FLINK.

Temperatura	°Brix	Tratamiento promedio	Ecuación del modelo	Coeficiente de Determinación (R ²)	coeficiente efectiva de difusión (cm ² /min)
15° C	50°	Ya	LW = 0.3051t ^{0.5} -2.5483	0.9468	0.018
	60°	Yb	LW = 0.3229 t ^{0.5} -3.3647	0.9031	0.018
	70°	Yc	LW = 0.3166 t ^{0.5} -3.0736	0.9606	0.018
30° C	50°	Yd	LW = 0.6473 t ^{0.5} + 12.414	0.7932	0.018
	60°	Ye	LW = 0.6834 t ^{0.5} + 16.888	0.7070	0.018
	70°	Yf	LW = 0.6121 t ^{0.5} + 20.027	0.6210	0.018

Fuente: elaboración propia.

- Calidad de ajuste del Modelo HAWKES Y FLINK

Se determina a partir del porcentaje de error medio relativo según la ecuación (10)

$$(\%)E = \frac{100}{n} \times \sum_{i=1}^n \left| \frac{LW_{exp} - LW_{calc}}{LW_{exp}} \right| \quad \text{ec. (10) Según Al-Muhtaseb (2004)}$$

Reemplazando los valores de la pérdida de agua de acuerdo al modelo HAWKES Y FLINK (Tabla 8) y la pérdida de agua del experimento (Cuadros A.1 y A.2.) según la ecuación 10 se obtiene los resultados del Cuadro N° 10.

TABLA 9

Calidad de ajuste según el porcentaje de error medio relativo (%E) aplicada para el Modelo HAWKES Y FLINK.

Temperatura	°Brix	Tratamiento promedio	Coefficiente efectiva de difusión (cm ² /min)	perdida de agua del modelo HAWKES Y FLINK	perdida de agua del experimento	$\left \frac{LW_{exp} - LW_{calc}}{LW_{exp}} \right $
15°	50°	Ya	0.018	11.2320	12.1044	0.0721
	60°	Yb	0.018	10.5612	11.9908	0.1192
	70°	Yc	0.018	11.0142	11.4148	0.0351
30°	50°	Yd	0.018	44.9082	40.0366	0.1217
	60°	Ye	0.018	51.1944	45.1673	0.1334
	70°	Yf	0.018	51.8326	45.7446	0.1331
$\sum_{i=1}^{18} \left \frac{LW_{exp} - LW_{calc}}{LW_{exp}} \right $						0.6146
(%)E						3.4144

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la calidad de ajuste el porcentaje de error medio relativo (%E) es de 3.41%; siendo este menor al 10%, en la que podemos deducir que el modelo matemático HAWKES Y FLINK si se ajusta para la determinación del Coeficiente efectivo de difusión del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado; así mismo según al coeficiente de determinación R² (Tabla 9) los valores de la temperatura de 15°C son aceptables; debido a que los resultados son mayores a 0.85.

Martínez, G., López, M., Alcántara, M., Mercado, J. (2005), utilizo el coeficiente de correlación (R²) para seleccionar el mejor modelo (R² = 0,90), donde el modelo de Hawkes y

Flink presenta mayor ajuste para la ganancia de sólidos. Para Triola, M. (2009). menciona el coeficiente de determinación que es una medida para la regresión lineal simple. Un ajuste perfecto $R^2=1$ y un ajuste muy bueno da como resultado un valor cercano a 1, un ajuste muy deficiente se relaciona con un valor R cercano a cero.

Mellado Huamán ,Julia (2017), menciona en su tesis: “Evaluación del Proceso de Transferencia de masa en la deshidratación osmótica en pulpa de guanábana (*Annona muricata* L.) con dos agentes osmodeshidratantes”; que el Modelo HAWKES Y FLINK se ajusta de manera satisfactoria en diferentes concentraciones donde se observó que a medida que la concentración de solución aumenta, la velocidad de transferencia del agua hacia la solución incrementa; teniendo una calidad de ajuste del error medio relativo aplicada para el ajuste del Modelo es de 1.34%; siendo esto menor al 10%.

4.4. ACEPTACIÓN SENSORIAL DEL KIÓN (*Zingiber officinale roscoe*)

OSMODESHIDRATADO EN LAS TRES CONCENTRACIONES DE SACAROSA.

De acuerdo al Diseño Experimental según la **Tabla 4**, se realizó la codificación de la muestra; posteriormente se procedió con el análisis sensorial mediante una encuesta (ver Anexo B.3) teniendo como jurados a 30 estudiantes correspondientes a la escuela profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias – UNSAAC; cuyos jueces fueron considerados aquellos que conozcan los atributos sensoriales de kión con fines de realizar la aceptación del producto mediante la evaluación sensorial del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado a tres concentraciones de 50°, 60° y 70° Brix a dos temperaturas experimentales (15° y 30°C), dicha evaluación se efectuó mediante la ESCALA HEDÓNICA de 5 puntos; en la que los resultados fueron desarrollados y procesados por el paquete estadístico de ANOVA y el Método: 95.0% de Tukey HSD.

TABLA 1.8

Análisis de varianza (ANOVA) del para el Kión (Zingiber officinale roscoe) osmodeshidratado que descompone los datos en dos grupos.

<i>f</i> uente	<i>S</i> uma de <i>c</i> uadrados	<i>D</i> f	<i>C</i> uadrado <i>m</i> edio	<i>F</i> - <i>R</i> atio	<i>P</i> - <i>V</i> alor
Entre grupos	21.5111	5	4.30222	2.65	0.0244
Dentro de los grupos	282.133	174	1.62146		
Total (Corr.)	303.644	179			

Fuente: Elaboración Propia.

En la **Tabla 8**, ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro del grupo. La relación F, que en este caso es igual a 2.65, es una relación entre la estimación entre grupos y la estimación dentro del grupo. Como el valor P de la prueba F es inferior a 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 6 variables con un nivel de confianza del 95,0%. Para determinar qué medios son significativamente diferentes de los demás muestra la **Tabla 9**.

TABLA 1.9

Pruebas de rango múltiple de la lista de Opciones tabulares por el Método: 95.0% de Tukey HSD para el Kión (Zingiber officinale roscoe) osmodeshidratado.

	<i>Count</i>	<i>Media</i>	<i>Gupos homogéneos</i>
MUESTRA D	30	2.8	X
MUESTRA F	30	2.83333	X
MUESTRA A	30	2.9	XX
MUESTRA E	30	2.9	XX
MUESTRA B	30	3.03333	XX
MUESTRA C	30	3.8	X

Fuente: Elaboración Propia

En la **Tabla 9**. Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar qué medias son significativamente diferentes de las demás. La mitad inferior de la salida muestra la diferencia estimada entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre ningún par de medias al nivel de confianza del 95,0%. En la parte superior de la página, un grupo homogéneo se identifica mediante una columna de X. Dentro de cada columna, los niveles que contienen X forman un grupo de medias dentro del cual no existen diferencias estadísticamente significativas. El método que se utiliza actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método, existe un riesgo de 5.0% de llamar a uno o más pares significativamente diferentes cuando su diferencia real es igual a 0.

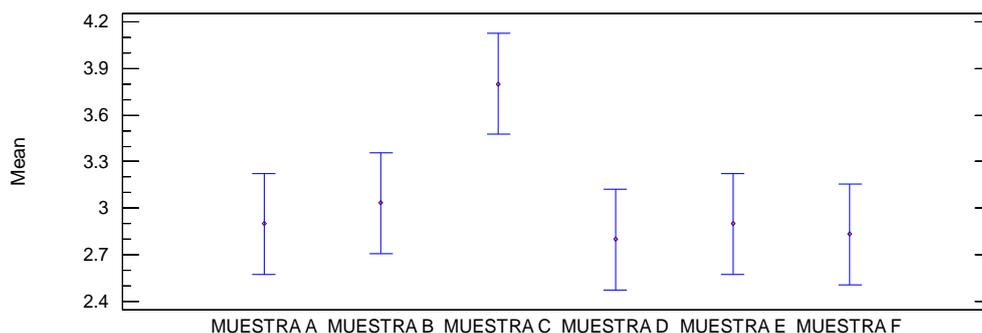


FIGURA 14

Evaluación sensorial Media de kión (Zingiber officinale roscoe) osmodeshidratado.

Como podemos observar en la **Figura 9** las muestras que obtuvieron mayor aceptación sensorial es la muestra C; que de acuerdo a la **Tabla 1.4** corresponde a la concentración de 60° Brix a una T° de 15°C, seguidamente por las muestras B (T° =30°C y 50°Brix), muestra A (T° = 15°C y 50°Brix) y muestra E (T° = 15°C y 70°Brix) en relación a las muestras F y D que no obtuvieron aceptación por el análisis sensorial del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado; pudiendo deducir que dichos resultados han concordado con el ajuste del modelo Matemático de HAWKES Y FLINK; cuyo modelo determinó la aceptación del coeficiente de determinación para las tres concentraciones de solución (50°, 60° y 70°Brix) a una temperatura de 15°C.

Ayala, A., Giraldo, C., Serna, L. (2009). sostiene que en el proceso de deshidratación osmótica no se rompen las células, por lo cual puede mantenerse un alto nivel de calidad sensorial en el producto final.

De acuerdo a la **Figura 9** la muestra C obtuvo la mayor aceptación sensorial con un puntaje de 3.8, siendo está de acuerdo a la escala hedónica (ANEXO B.3) como: “me gusta ligeramente”.

4.5. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL KIÓN (*Zingiber officinale roscoe*) OSMODESHIDRATADO.

4.5.1. Características Fisicoquímicas

De acuerdo a los resultados del Análisis Fisicoquímicos del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado como se muestran en el **Anexo B.1**; se puede observar el aumento del % de Carbohidrato en comparación al kión fresco, siendo el kion osmodeshidratado a 70°Brix el de mayor valor con 90.3% seguidamente de 60° y 50°Brix con 88.5% y 86.8% respectivamente; así mismo el pH, siendo el pH en kion fresco de 5.7 en comparación al kion osmodeshidratado ha ascendido a 6.1 para 60° y 6.2 para 50° y 70°Brix; en relación a las otras composiciones ha reducido su valor en proteína, fibra, grasa, ceniza, potasio, magnesio; siendo más notable en el % de humedad de 71.8% para el kion fresco y para el kion osmodeshidratado de 7.51%, 7.93% y 4.99% para 50°, 60° y 70° Brix respectivamente. Matussek y Meresz (2002). En el proceso ocurre una salida importante de agua desde el producto hacia la solución, una entrada de soluto desde la solución hacia el alimento y una mínima pérdida de solutos propios del alimento. Estos flujos ocurren a través de la membrana celular que posee permeabilidad diferencial regulando en cierto grado la entrada y salida de solutos, en el cual el agua se elimina sin cambio de fase. Además, RÍOS PÉREZ Margarita María; MÁRQUEZ CARDOZO Carlos Julio y CIRO VELÁSQUEZ Héctor José (2005), consideran que el fenómeno de transferencia de masa que ocurre en un proceso de deshidratación osmótica es afectado por la estructura biológica y propiedades de los tejidos. Como se puede observar en el Análisis Fisicoquímicos del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado (**Anexo B.1**) el aumento del % de Carbohidratos y pH, así mismo la disminución de Fibra, Grasa, así como el contenido de Potasio y Magnesio; estos cambios de su composición química, ocurre debido a que en el proceso de osmodeshidrtación existe una entrada de soluto de la solución al kión y asu vez salida de los ácidos orgánicos propios de la

muestra (kión) como minerales, azúcares y vitaminas debido al proceso de Transferencia de masa que existe en el kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado. Ayala, A., Giraldo, C., Serna, L. (2009). mencionan que la deshidratación osmótica (DO) remueve el agua del alimento, como el de frutas y vegetales, a través de la inmersión en una solución de baja actividad de agua (a_w). Esta solución, llamada solución osmótica (SO), por lo general está compuesta por azúcares y/o sales. La deshidratación osmótica presenta tres tipos de transferencia de masa: Salida del agua del alimento a la solución osmodeshidratante, entrada del soluto de la SO al alimento y salida de solutos como los ácidos orgánicos, minerales, azúcares y vitaminas del alimento hacia la SO, despreciando esta última por ser mínimo cuantitativamente.

León (2007); en su estudio de la “determinación de las mejores condiciones en la técnica de osmodeshidratación de zanahoria y remolacha” ha determinado que en la zanahoria disminuyeron, fibra bruta, fósforo, calcio, magnesio, potasio, hierro, manganeso, zinc y cobre. El sodio fue el único que se incrementó, debido al tratamiento que se realizó con el cloruro de sodio como agente osmótico. El nitrógeno, la proteína bruta y las cenizas totales no se vieron afectadas por el proceso, permaneciendo en igual porcentaje.

4.5.2. Característica Microbiológico.

De acuerdo a los resultados del Análisis Microbiológico del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado como se muestran en el **Anexo B.2**; se puede observar que la muestra no está contaminado por microorganismos patógenos; observándose la ausencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* a diferencia que los mohos y levaduras se encuentran en pequeñas cantidades menores a 10 cantidad menor al límite máximo permisible ($m = 10^2$); denotándose dicho resultado del análisis que el kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado no

presenta contaminación con los microorganismos en estudio, encontrándose apto para el consumo humano; encontrándose dicho producto estable.

Raoult y Wack (1991); manifiesta que el producto obtenido de la deshidratación osmótica es más estable que el producto no tratado durante su almacenamiento, debido a la menor actividad acuosa consecuencia de los solutos ganados y la pérdida de agua. A menores actividades de agua, se reducen las reacciones químicas deteriorativas y el crecimiento de microorganismos y su producción de toxinas.

Domingo D, López-Brea M. (2003), manifiestan que el kión por su naturaleza contiene en su composición cumarina las cuales tienen como mecanismo de acción antimicrobiano la interacción con el DNA eucariota, lo que explica también su actividad antiviral.

Sierra García Rubén Adolfo (2010), indica en su estudio que la deshidratación osmótica modifica la composición del producto y mejora sus propiedades sensoriales y nutricionales por unidad de masa. Además, disminuye la presencia de microorganismos y hongos, al mismo tiempo que protege la pigmentación de los vegetales. Aumentar el contenido de sólidos dentro de los alimentos no es un proceso de conservación, sino una etapa de tratamiento previo para operaciones de conservación y almacenaje.

V. CONCLUSIÓN.

- El kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado a la temperatura de 15°C llegó al equilibrio en un tiempo máximo de 34 min. y para la T° de 30°C en un tiempo de 45min, obteniendo el mayor porcentaje de humedad inicial con 49.1555% a 30°C y a una concentración de 60° Brix; con una humedad final de 11.9687%; cuya temperatura está influenciado con el tiempo de osmodeshidratación y concentración de solución.
- La mayor influencia de la solución es del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado a 30°C con 70°Brix tiene una pérdida de peso de 43.9727%, ganancia de sólidos de 1.7719% y pérdida de agua con 45.7446% en un tiempo de osmodeshidratación de 45min.; teniendo esta una dependencia con la temperatura y concentración de solución.
- El modelo matemático CRANCK no se ajusta para la determinación del Coeficiente efectivo de difusión del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado; a diferencia del modelo matemático de HAWKES Y FLINK que si permitió determinar el coeficiente de difusión de agua con 0.018 cm²/min. a la temperatura de 15°C en las tres concentraciones de solución: 50°, 60° y 70° Brix para el kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado; de acuerdo al coeficiente de determinación (R²) y error medio relativo (%E=3.41%).
- El kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado correspondiente al código de muestra C (T° = 15°C a 50°Brix) tuvo mayor aceptación sensorial por parte de nuestros panelistas de la escuela profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias – UNSAAC.
- Se evaluó las características fisicoquímicas para kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado donde el % de carbohidratos se ha incrementado en comparación al % proteínas, fibra, grasa ha disminuido una cantidad no significativa en comparación

con el ki6n fresco (ANEXO B.1); en cuanto a las caracter6sticas microbiol6gicas (ANEXO B.2) se encuentra libre de microorganismos pat6genos deduciendo que las muestras son aptas para el consumo humano.

VI. RECOMENDACIONES.

- Realizar una réplica del estudio con posibles sustitutos del agente edulcorante (sacarosa) y evaluar con el modelo matemático HAWKES Y FLINK y otros modelos empíricos.
- Complementar la investigación del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado; determinando su estabilidad mediante el estudio de vida anaquel y tipo de empaque que puede ayudar a prolongar su vida útil.
- Realizar un análisis económico del método propuesto para el kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado a nivel industrial con fines de establecer su rentabilidad.
- Utilizar el método de la osmodeshidratación del kión (*Zingiber officinale roscoe*) como base para realizar otras pruebas con otros productos frutas, tubérculos, verduras, etc.

VII. BIBLIOGRAFÍA.

- ACOSTA LOPEZ EDGAR (2013). Deshidratación osmótica de la papaya. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- AGRARIA. <<http://www.agraria.pe/noticias/exportaciones-de-jengibre-crecen-154>>. (Fecha de consulta 11 de Noviembre del 2018).
- AGUILAR, M. (2011). “Estudio de la temperatura y concentración de azúcar en la deshidratación Osmótica Jackfruit (*Artocarpusheterophyllus* Lam)” , Tesis para optar por el título de Ingeniero en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato/ FCIAL.
- ALVARADO GOMEZ Wendy Paola y CORNEJO ZUNIGA Fabiola (2004), Escuela Superior Politécnica del Litoral, TESIS: “Deshidratación osmótica como tecnología Alternativa de Etapa pre tratamiento de piña de la variedad milagreña o perolera”.
- ALVARADO, J. (1996). “Principios de Ingeniería Aplicados a los Alimentos”. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Editorial Radio Comunicaciones. Quito-Ecuador.
- AOAC (1997). Asociación de Químicos Analíticos Oficiales International Official Methods of Analysis. 16^a edición, AOAC, Arlington.
- ARVY, M y GALLOUIN, F. (2007). Especias, aromatizantes y condimentos. Ediciones Mundi prensa. España, Madrid.
- AYALA, A., GIRALDO, C., SERNA, L. (2009). Efecto de la agitación sobre la deshidratación osmótica de pitaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* S). Revista Científica de America Latina y el Caribe, España y Portugal.

- AZUARA NIETO, E.; GUTIERREZ LÓPEZ, G.F. and BERISTAIN GUEVARA, C. I. (2003). Descripción de transferencia de masa de la deshidratación osmótica de losas de manzana. Fenómenos de transporte en procesamiento de alimentos.
- BARAT, (1998). Equilibrio de tejido de manzana en deshidratación osmótica. Cambios microestructurales.
- BARBOSA G. y VEGA H (2000). Deshidratación de Alimentos, Zaragoza - España, Editorial Acribia S.A, pp. 235-253.
- BALLESTEROS JOSÉ MORAGA (2008). Desarrollo de un producto gelificado con pomelo (var. Star Ruby) empleando tratamientos. Universidad Politécnica De Valencia.
- BAMBICHA R. Ruth, AGNELLI E. Miriam y MASCHERONI H. Rodolfo (2011) Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata –Argentina, TESIS: “Optimización del proceso de deshidratación osmótica de calabacita (*Cucurbita moschata*) en soluciones ternarias”
- BARCINA Y IBÁÑEZ, F. (2001). Análisis sensorial de alimentos: métodos y aplicaciones. Barcelona, España.
- CORREA DANIELA (2012). La Deshidratación Osmótica como método de conservación de las características sensoriales y nutricionales de un alimento.
- CHUQUILLANQUI ROMERO LUZ MARIELA (2017). Universidad Nacional del Centro del Perú – Huancayo. TESIS: “Modelamiento de Azuara, Magee y Peleg en cinética de deshidratación osmótica de Kiwi”.
- DOMINGO D, LÓPEZ-BREA M. (2003). Plantas con acción Antimicrobiana, Servicio de Microbiología, Hospital Universitario de la Princesa, Madrid.

- ELÍAS, LG (1992). Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos.
- ESPINOZA OLÓRTEGUI SHIRLEY MIREYA. (2016) “Uso de metabolitos de actinobacterias en el manejo poscosecha de rizomas de jengibre (*Zingiber officinale*)”. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- FALLAS JORGE (2010). Introducción a la estadística - Diseño Experimental estadístico.
- GARCÍA TOLEDO JOSÉ A., RUIZ LÓPEZ IRVING I., MARTÍNEZ SÁNCHEZ CECILIA E., RODRÍGUEZ MIRANDA JESÚS, CARMONA GARCÍA ROSELIS, TORRUCO UCO JUAN G. (2015), Investigación en: “Efecto de la deshidratación osmótica sobre las propiedades físicas y químicas de jengibre mexicano (*Zingiber officinale* var. Gran Caimán)”, Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Instituto Tecnológico de Tuxtepec – México.
- GARZÓN, M. (2014). Bombones rellenos de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) deshidratadas por ósmosis. (Tesis para la obtención del título ingeniería de alimentos, facultad de ciencias de la ingeniería). universidad tecnología equinoccial, Ecuador.
- GORRITI, L (1993) Tesis: Extracción de oleorresinas de Jengibre (*Zingiber officinale roscoe*). UNALM. Lima, Perú.
- GUZMÁN MELGAR Lilian Judith (2016). Disacáridos y Polisacáridos.
- HEYMANN, H Y LAWLESS, H. (2010). Evaluación sensorial de alimentos, Nueva York, Estados Unidos.
- JAMANCA GONZALES NICODEMO (2017). Transferencia de masa. Serie notas de clase. Editorial UNAB.
- LENART Y FLINK, (1984) “Concentración osmótica de papa. Parte 2: Distribución espacial del efecto osmótico. En revista de tecnología alimentaria.

- LÓPEZ VALENCIA, YVETH MARITZA (2017). “Estudio de la cinética de deshidratación osmótica para la conservación de lisa (*Mugil cephalus*)”. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- MACHUCAY, S. (2009). *Deshidratación osmótica de frutas*. (Tesis para la obtención grado maestría). Universidad Nacional del Centro del Perú. Junín, Perú.
- MARROQUIN, J (1994). *Taxonomía de plantas superiores*. Editorial Trillas. México.
- MARTÍNEZ, G., LÓPEZ, M., ALCÁNTARA, M., MERCADO, J. (2005). Modelos de secado durante la deshidratación osmótica de fresa y su posterior deshidratación por convección. Trabajo presentado en el IX Congreso de ciencia de alimentos y V foro de ciencia y tecnología de alimentos, Universidad de Guanajuato.
- MALDONADO SILVINA, (2007) Universidad Nacional de Jujuy – Argentina, TESIS: “Cinética de la transferencia de masa durante la deshidratación osmótica del yacón (*Smallanthus sonchifolius*)”
- MELLADO HUAMÁN, Julia (2017), Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, TESIS: “Evaluación del proceso de transferencia de masa en la deshidratación osmótica en pulpa de guanábana (*Annona muricata* L.) con dos agentes osmodeshidratantes”.
- MENESES PERALTA JUAN ENRIQUE (2017). “Optimización de los parámetros de osmodeshidratación y secado por convección para la retención de carotenos del zapallo loche (*Cucúrbita moschata Dutch.*)”. Universidad Señor de Sipán.
- OCHOA-MARTINEZ, CI.; AYALA-APONTE, A. (2005). Modelos matemáticos de transferencia de masa en deshidratación osmótica. *Ciencia y Tecnología*

Alimentaria. Revista de la Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de alimentos.

OSORIO LÓPEZ MERY ANN (2018). “Técnicas modernas en el Análisis Sensorial de los Alimentos”. Universidad Nacional Agraria La Molina.

PANADES (1996) Deshidratación osmótica de pulso al vacío de la guayaba. En: Ciencia y Tecnología de los Alimentos Internacional.

PARZANESE, MAGALI. (2011). Tecnología para la industria alimentaria. *Revista Ministerio de Agricultura, Argentina.*

PAIJOKO, K. A. (1996). Cinética osmótica de secamiento de las cuñas de piña que utilizan azúcar de palma. *LebensmittelWissenschaft und Technolgie.*

PEARSON. D. (1993). “Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos”; Ed. Acribia.

RAOULT Y WACK AL. Avances recientes en la deshidratación osmótica de los alimentos.

REFULIO POLO BENNY ALBERTO (2018). “Procesamiento de jengibre fresco orgánico para exportación”. Universidad nacional Agraria La Molina.

RIDLEY (1912). Especies Londres Mc Millán.

RÍOS PÉREZ Margarita María; MÁRQUEZ CARDOZO Carlos Julio y CIRO VELÁSQUEZ Héctor José (2005), Universidad Nacional de Colombia, TESIS: “Deshidratación osmótica de frutos de papaya hawaiana (Carica papaya L.) en cuatro agentes edulcorantes Trozos de papaya hawaiana (Carica papaya L.)”.

RONCEROS, B.; QUEVEDO, R.; LEIVA, J. (2007). Efecto de un Pre-tratamiento Químico en el Deshidratado del Arándano por Métodos Combinados. Revista Información Tecnológica.

SALOMÓN, A; BAKER, J. (1999). El jengibre no es solo para cocinar (en línea, sitio web). Disponible en www.unc.edu/cebradsh/ginger.html.

- SIERRA GARCÍA RUBEN ADOLFO (2010). Estudio de la Deshidratación Osmótica de la Arveja China (*Pisum Sativum L.*) Mediante dos Metodologías, Directa E Indirecta, Como Alternativa Tecnológica Al Sector Hortofrutícola Del País.
- SUCA, C. A. (2007). Deshidratación osmótica de Alimentos. Mecanismo de deshidratación y transferencia de masa en deshidratación osmótica.
- TRIOLA, M. (2009). Estadística décima edición. México. Editorial Pearson 904 p.
- TORRES, D, SALVADOR, D, BALTAZAR, R., SICHE, R. (2013). Optimización de las Indicaciones de deshidratación osmótica de espárragos (*Asparragus officinalis*). (Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Alimentos). Universidad Nacional de Trujillo, Perú.
- VERGARA, J (2007) Tesis: Manual de Buenas prácticas agrícolas para Jengibre asociado plátano. Antioquia, Colombia.
- WENDELL, C. (1993). Especia o medicina de jengibre (en línea). Consultado 11 de sep. 2017. Disponible en www.marketasia.org/news/archive/v42/herbal.html.
- YUPANQUI CRISTÓBAL, EDITH ÁNGELA (2010) “Influencia de la sacarosa y glucosa en la deshidratación osmótica del mango criollo (*Manguifera indica L.*) DE SATIPO”. Universidad Nacional Del Centro Del Peru – Satipo.

VIII. ANEXOS**ANEXOS A (Figuras)**

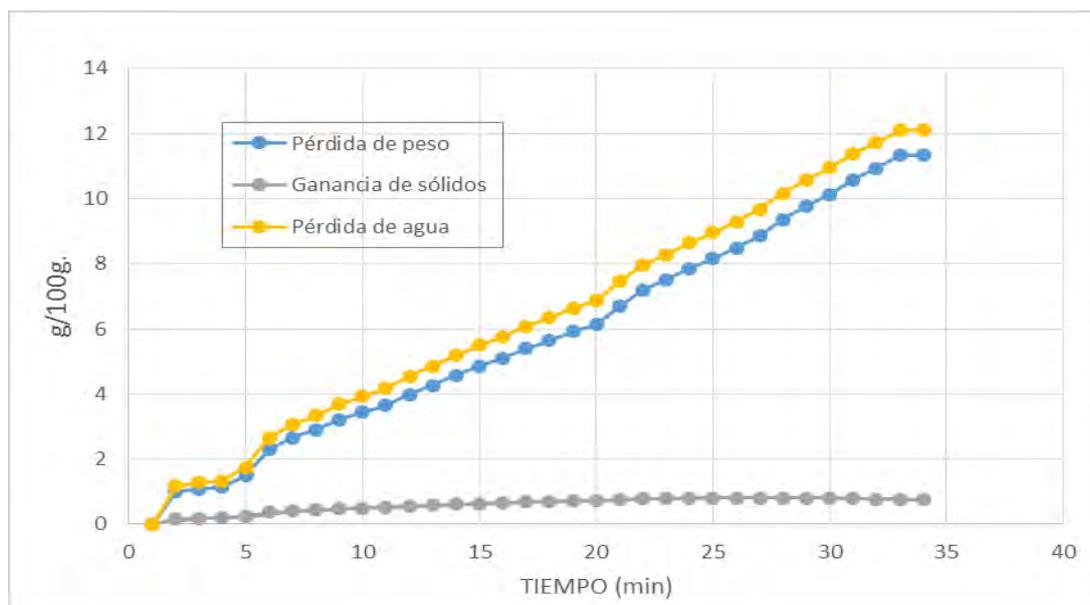


FIGURA B. 1

*Influencia de la solución osmótica (pérdida de peso, ganancia de solutos y pérdida de agua) del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshirado a una concentración de 50°Brix con una temperatura de 15°C para el Tratamiento Ya correspondiente al Cuadro N° 3.*

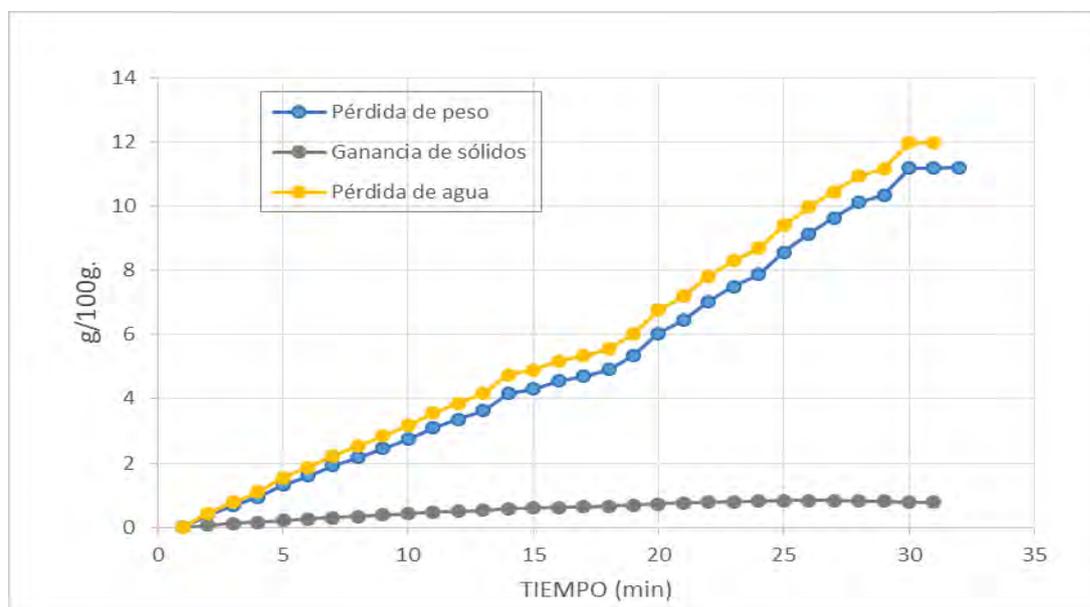


FIGURA B. 2

*Influencia de la solución osmótica (pérdida de peso, ganancia de solutos y pérdida de agua) del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshirado a una concentración de 60°Brix con una temperatura de 15°C para el Tratamiento Yb correspondiente al Cuadro N° 3.*

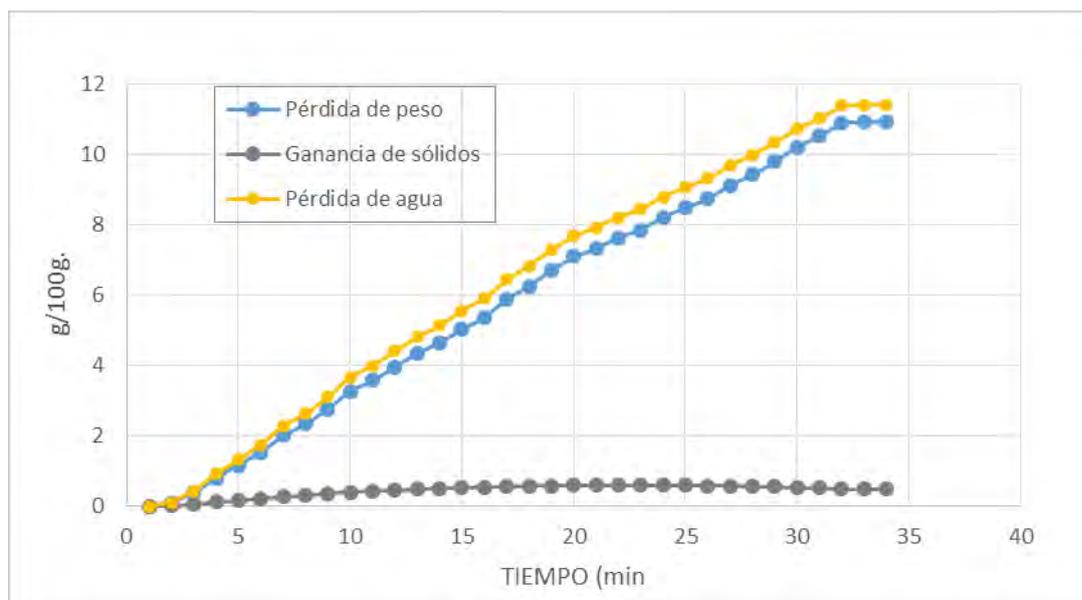


FIGURA B. 3

*Influencia de la solución osmótica (pérdida de peso, ganancia de solutos y pérdida de agua) del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshirado a una concentración de 70°Brix con una temperatura de 15°C para el Tratamiento Yc correspondiente al Cuadro N° 3.*

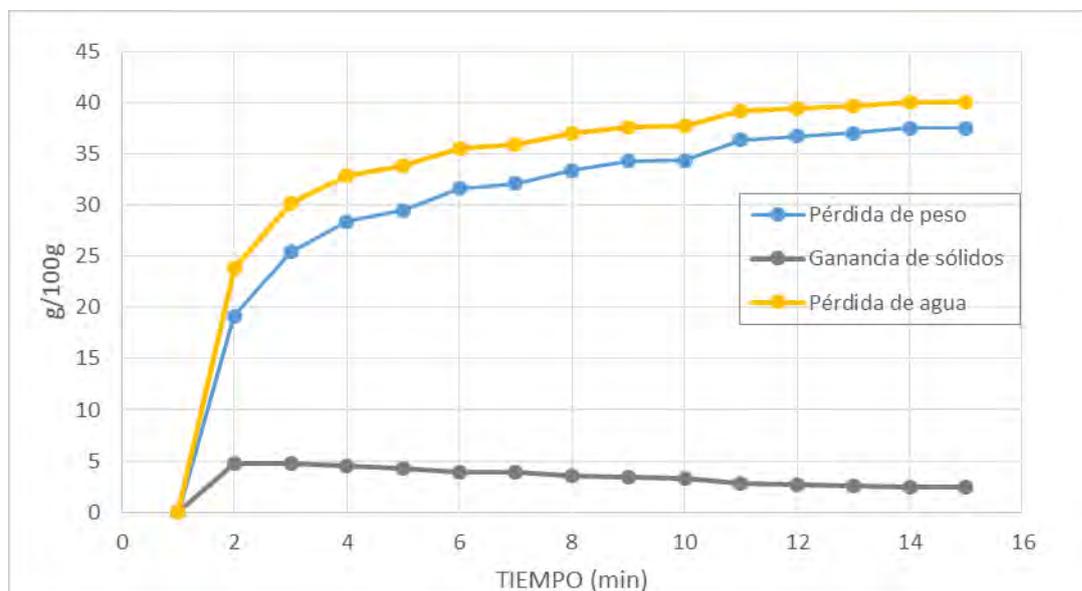


FIGURA B. 4

*Influencia de la solución osmótica (pérdida de peso, ganancia de solutos y pérdida de agua) del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshirado a una concentración de 50°Brix con una temperatura de 30°C para el Tratamiento Yd correspondiente al Cuadro N° 4.*

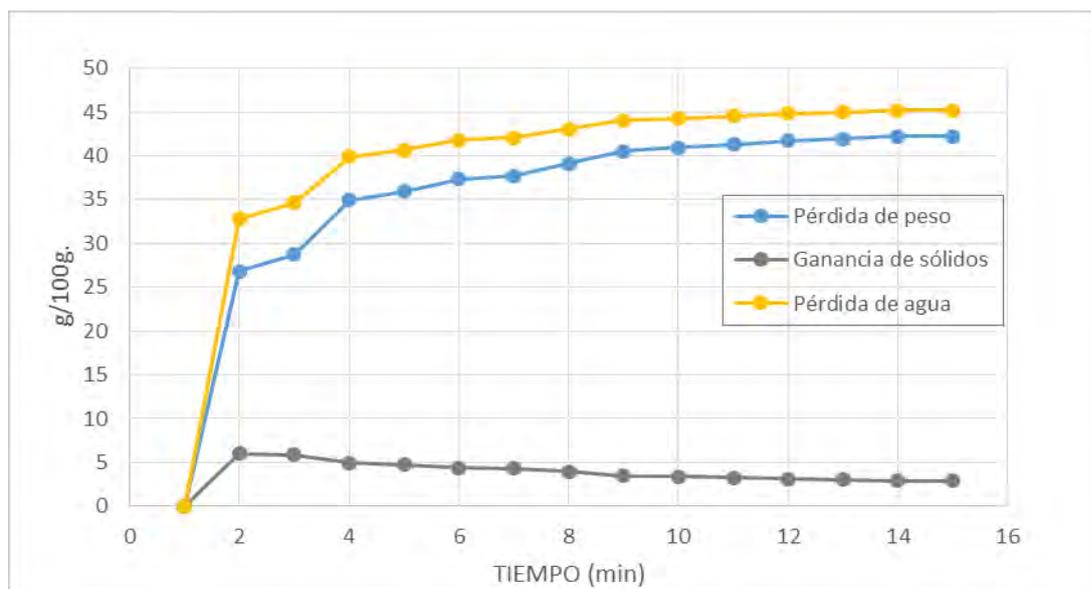


FIGURA B. 5

*Influencia de la solución osmótica (pérdida de peso, ganancia de solutos y pérdida de agua) del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshirado a una concentración de 60°Brix con una temperatura de 30°C para el Tratamiento Ye correspondiente al Cuadro N° 4.*

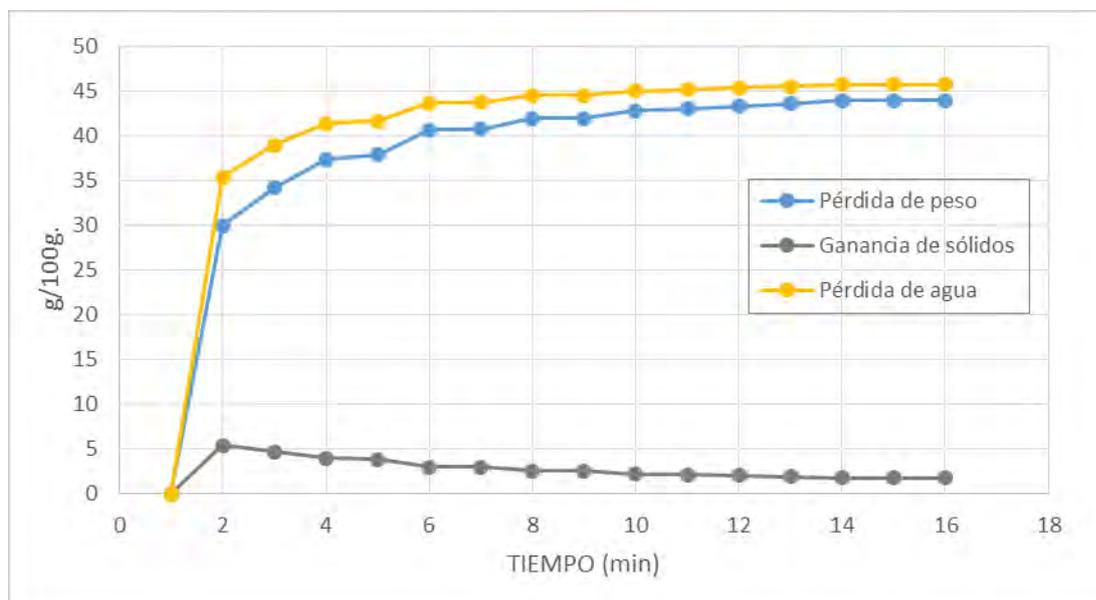
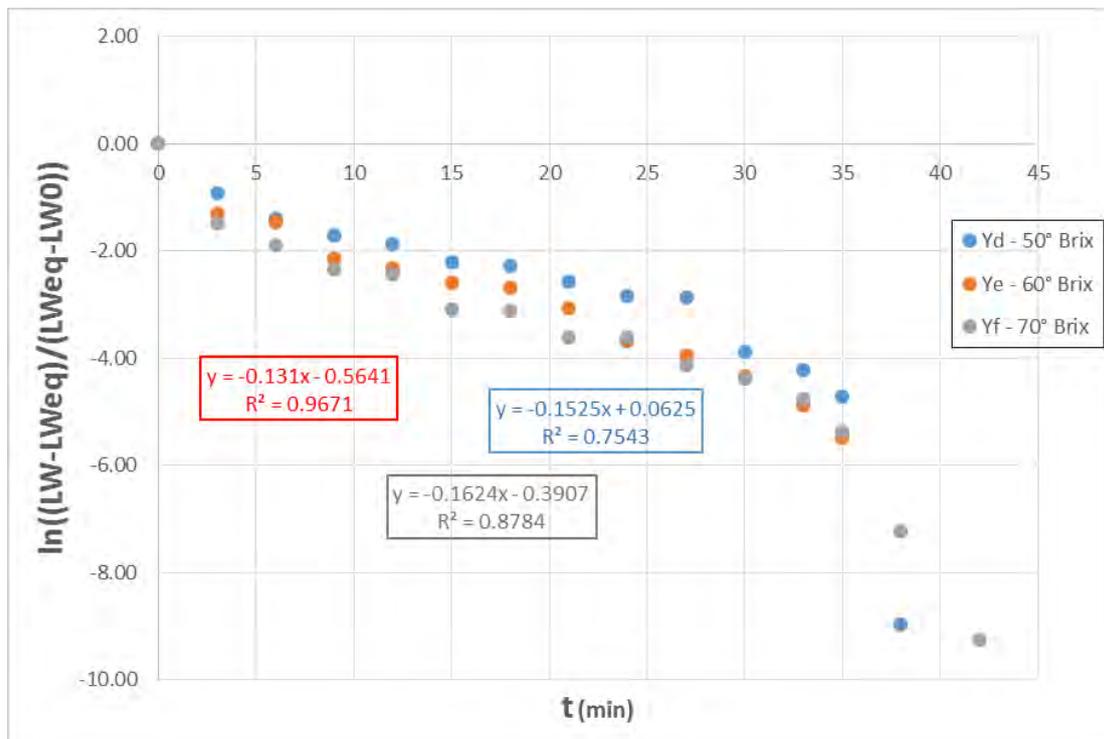


FIGURA B. 5

*Influencia de la solución osmótica (pérdida de peso, ganancia de solutos y pérdida de agua) del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado a una concentración de 70°Brix con una temperatura de 30°C para el Tratamiento Yf correspondiente al Cuadro N° 4.*

FIGURA B. 6

Resultados experimentales y coeficiente de determinación del modelo CRANCK para el coeficiente efectivo de difusión del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado a una temperatura experimental de 15°C.

**FIGURA A. 7**

Resultados experimentales y coeficiente de determinación del modelo CRANCK para el coeficiente efectivo de difusión del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado a una temperatura experimental de 30°C.

CUADRO A. 1

Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en kiñón (Zingiber officinale roscoe) osmodeshidratado en las concentraciones 50°, 60° y 70° Brix a una temperatura de 15°C.

Tiempo (min.)	Ya (50°Brix)				Yb (60°Brix)				Yc (70°Brix)			
	Peso (g.)	Pérdida de peso (%)	Ganancia de sólidos (%)	Pérdida de agua (%)	Peso (g.)	Pérdida de peso (%)	Ganancia de sólidos (%)	Pérdida de agua (%)	Peso (g.)	Pérdida de peso (%)	Ganancia de sólidos (%)	Pérdida de agua (%)
0	2.7079	0.0000	0.0000	0.0000	2.7253	0.0000	0.0000	0.0000	2.7203	0.0000	0.0000	0.0000
1'	2.6808	1.0008	0.1694	1.1702	2.7149	0.3816	0.0666	0.4482	2.7178	0.0919	0.0122	0.1041
2'	2.6784	1.0894	0.1848	1.2742	2.7070	0.6715	0.1166	0.7881	2.7102	0.3713	0.0544	0.4257
3'	2.6771	1.1374	0.1944	1.3318	2.6997	0.9393	0.1633	1.1026	2.6986	0.7977	0.1186	0.9163
4'	2.6671	1.5067	0.2518	1.7585	2.6892	1.3246	0.2196	1.5442	2.6889	1.1543	0.1600	1.3143
5'	2.6457	2.2970	0.3636	2.6606	2.6816	1.6035	0.2635	1.8670	2.6788	1.5256	0.2059	1.7315
6'	2.6361	2.6515	0.4055	3.0570	2.6731	1.9154	0.3076	2.2230	2.6655	2.0145	0.2649	2.2794
7'	2.6294	2.8989	0.4388	3.3377	2.6660	2.1759	0.3440	2.5199	2.6568	2.3343	0.3003	2.6346
8'	2.6209	3.2128	0.4724	3.6852	2.6582	2.4621	0.3867	2.8488	2.6453	2.7570	0.3509	3.1079
9'	2.6147	3.4418	0.4993	3.9411	2.6504	2.7483	0.4277	3.1760	2.6315	3.2643	0.3913	3.6556
10'	2.6089	3.6560	0.5283	4.1843	2.6409	3.0969	0.4723	3.5692	2.6233	3.5658	0.4206	3.9864
11'	2.5999	3.9883	0.5604	4.5487	2.6338	3.3574	0.5025	3.8599	2.6128	3.9518	0.4510	4.4028
12'	2.5922	4.2727	0.5840	4.8567	2.6262	3.6363	0.5350	4.1713	2.6024	4.3341	0.4781	4.8122
13'	2.5841	4.5718	0.6122	5.1840	2.6118	4.1647	0.5821	4.7468	2.5941	4.6392	0.4977	5.1369
14'	2.5762	4.8635	0.6355	5.4990	2.6080	4.3041	0.5963	4.9004	2.5836	5.0252	0.5197	5.5449
15'	2.5699	5.0962	0.6612	5.7574	2.6010	4.5610	0.6234	5.1844	2.5746	5.3560	0.5363	5.8923
16'	2.5618	5.3953	0.6845	6.0798	2.5971	4.7041	0.6333	5.3374	2.5603	5.8817	0.5580	6.4397
17'	2.5553	5.6354	0.7012	6.3366	2.5915	4.9096	0.6538	5.5634	2.5502	6.2530	0.5701	6.8231
18'	2.5477	5.9160	0.7186	6.6346	2.5798	5.3389	0.6882	6.0271	2.5381	6.6978	0.5809	7.2787
19'	2.5417	6.1376	0.7303	6.8679	2.5610	6.0287	0.7357	6.7644	2.5274	7.0911	0.5872	7.6783
20'	2.5265	6.6989	0.7570	7.4559	2.5498	6.4397	0.7594	7.1991	2.5212	7.3190	0.5894	7.9084
21'	2.5128	7.2048	0.7581	7.9629	2.5336	7.0341	0.7878	7.8219	2.5130	7.6205	0.5907	8.2112
22'	2.5047	7.5040	0.7826	8.2866	2.5211	7.4928	0.8049	8.2977	2.5069	7.8447	0.5905	8.4352
23'	2.4952	7.8548	0.7839	8.6387	2.5106	7.8780	0.8160	8.6940	2.4971	8.2050	0.5881	8.7931
24'	2.4871	8.1539	0.8017	8.9556	2.4917	8.5715	0.8285	9.4000	2.4896	8.4807	0.5845	9.0652
25'	2.4779	8.4937	0.7992	9.2929	2.4764	9.1329	0.8316	9.9645	2.4826	8.7380	0.5798	9.3178

26'	2.4679	8.8630	0.8041	9.6671	2.4628	9.6320	0.8290	10.4610	2.4725	9.1093	0.5706	9.6799
27'	2.4546	9.3541	0.8071	10.1612	2.4498	10.1090	0.8219	10.9309	2.4638	9.4291	0.5605	9.9896
28'	2.4429	9.7862	0.8050	10.5912	2.4434	10.3438	0.8167	11.1605	2.4542	9.7820	0.5470	10.3290
29'	2.4334	10.1370	0.8073	10.9443	2.4206	11.1804	0.7893	11.9697	2.4428	10.2011	0.5277	10.7288
30'	2.4211	10.5912	0.7998	11.3910	2.4203	11.1914	0.7889	11.9803	2.4344	10.5099	0.5113	11.0212
31'	2.4120	10.9273	0.7836	11.7109	2.4200	11.2024	0.7884	11.9908	2.4237	10.9032	0.4875	11.3907
32'	2.4012	11.3261	0.7753	12.1014					2.4232	10.9216	0.4863	11.4079
33'	2.4009	11.3372	0.7593	12.0965					2.4230	10.9289	0.4859	11.4148
34'	2.4007	11.3446	0.7598	12.1044								

CUADRO A. 2

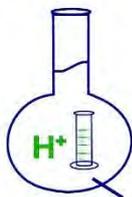
Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en kión (Zingiber officinale roscoe) osmodeshidratado en las concentraciones 50°, 60° y 70° Brix a una temperatura de 30°C.

tiempo (min)	Yd (50°Brix)				Ye (60°Brix)				Yf (70°Brix)			
	Peso (g.)	Pérdida de peso (%)	Ganancia de sólidos (%)	Pérdida de agua (%)	Peso (g.)	Pérdida de peso (%)	Ganancia de sólidos (%)	Pérdida de agua (%)	Peso (g.)	Pérdida de peso (%)	Ganancia de sólidos (%)	Pérdida de agua (%)
0	2.7230	0.0000	0.0000	0.0000	2.7413	0.0000	0.0000	0.0000	2.7301	0.0000	0.0000	0.0000
3'	2.2014	19.1553	4.7835	23.9388	2.0049	26.8632	5.9946	32.8578	1.9117	29.9769	5.4049	35.3818
6'	2.0305	25.4315	4.7593	30.1908	1.9526	28.7710	5.8725	34.6435	1.7964	34.2002	4.7194	38.9196
9'	1.9492	28.4172	4.4657	32.8829	1.7839	34.9250	4.9748	39.8998	1.7094	37.3869	3.9698	41.3567
12'	1.9194	29.5116	4.3189	33.8305	1.7562	35.9355	4.7552	40.6907	1.6965	37.8594	3.8395	41.6989
15'	1.8617	31.6306	3.9596	35.5902	1.7170	37.3655	4.4099	41.7754	1.6189	40.7018	2.9694	43.6712
18'	1.8489	32.1006	3.8675	35.9681	1.7068	37.7376	4.3133	42.0509	1.6174	40.7567	2.9540	43.7107
21'	1.8141	33.3786	3.5930	36.9716	1.6686	39.1311	3.9272	43.0583	1.5846	41.9582	2.5361	44.4943
24'	1.7890	34.3004	3.3761	37.6765	1.6302	40.5319	3.4998	44.0317	1.5839	41.9838	2.5268	44.5106
27'	1.7871	34.3702	3.3590	37.7292	1.6194	40.9258	3.3726	44.2984	1.5621	42.7823	2.2333	45.0156
30'	1.7319	36.3974	2.8195	39.2169	1.6083	41.3308	3.2385	44.5693	1.5553	43.0314	2.1391	45.1705
33'	1.7228	36.7315	2.7227	39.4542	1.5979	41.7101	3.1100	44.8201	1.5474	43.3208	2.0281	45.3489

36'	1.7140	37.0547	2.6269	39.6816	1.5912	41.9545	3.0256	44.9801	1.5393	43.6174	1.9125	45.5299
39'	1.7003	37.5578	2.4737	40.0315	1.5833	42.2427	2.9246	45.1673	1.5311	43.9178	1.7938	45.7116
42'	1.7001	37.5652	2.4714	40.0366	1.5833	42.2427	2.9246	45.1673	1.5298	43.9654	1.7748	45.7402
45'									1.5296	43.9727	1.7719	45.7446

**ANEXOS B (Análisis
Fisicoquímico,
Microbiológico y
Sensorial)**

B.1. Análisis Físicoquímico del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado en sacarosa a 50°, 60° y 70° Brix.



MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez

LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES

AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE

RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

INFORME N° LQ 0217-19
ANÁLISIS DE ALIMENTOS

SOLICITA : Bach. Jorge Apaza Vargas

TESIS : EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA OSMODESHIDRATACIÓN DE KIÓN (*Zingiber officinale roscoe*) CON TRES DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SACAROSA.

ESCUELA PROFESIONAL : Ingeniería en Industrias Alimentarias.

FACULTAD : Ingeniería de Procesos-UNSAAC

MUESTRAS : Kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado.

M1.- Kión osmodeshidratado con sacarosa a 50°Brix.

M2.- Kión osmodeshidratado con sacarosa a 60°Brix.

M3.- Kión osmodeshidratado con sacarosa a 70°Brix.

M4.- Kión crudo-fresco.

FECHA DE INFORME : 19/09/19

DETERMINACIONES		M1	M2	M3	M4
Humedad	%	7.51	7.93	4.99	71.8
<u>Muestra Seca:</u>					
Proteína	%	5	5	4	6
Carbohidratos	%	86.8	88.5	90.3	76
Fibra	%	5.9	4.0	2.9	8.9
Grasa	%	1.08	1.08	1.63	2.27
Ceniza	%	1.2	1.45	1.15	6.75
pH		6.2	6.1	6.2	5.7
Calcio	mg/100g	60	60	40	40
Hierro	mg/100g	0.0	0.0	0.0	0.0
Potasio	mg/100g	80	60	60	110
Magnesio	mg/100g	61	97	86	122
°Brix		5	9	16	-

MÉTODO DE ANÁLISIS: Métodos Oficiales de Análisis de la Asociación Químico Agrícola – "Análisis Moderno de los Alimentos" F. Leslie Hart, Harry Johnstone Fisher. Editorial Acribia.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.

MARIO CUMPA CAYURI
INGENIERO QUIMICO
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 16186

MC QUIMICALAB CUSCO
Lic. Maria L. Gutierrez Holgado
ADMINISTRADORA

B.2. Análisis Microbiológico del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado en sacarosa a 50°, 60° y 70° Brix.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO					
<ul style="list-style-type: none"> APARTADO FISCAL: 07001 - Cusco - Perú Nº. 000001 - 000001 - 000001 RECTORADO: Calle Tarma Nº 1177, Teléfono: 051(0) 84 228811 - 228812 - 228813 - 228814 	<ul style="list-style-type: none"> Ciudad Universitaria: Av. De la Cultura Nº 1111 - Teléfono: 051(0) 84 221122 - 221123 - 221124 - 221125 - 221126 FACULTAD DE INGENIERÍA: 221127 - 221128 - 221129 - 221130 - 221131 - 221132 - 221133 - 221134 - 221135 LOCAL CENTRAL: Calle Tarma s/n. Teléfono: 051(0) 84 221136 - 221137 - 221138 - 221139 	<ul style="list-style-type: none"> ANEXO INEL: Calle Tarma s/n. Teléfono: 051(0) 84 221140 - 221141 - 221142 - 221143 - 221144 - 221145 - 221146 - 221147 - 221148 - 221149 - 221150 CENTRO ACADÉMICO VARIAS: Calle Tarma s/n. Teléfono: 051(0) 84 221151 - 221152 - 221153 - 221154 - 221155 - 221156 - 221157 - 221158 - 221159 - 221160 - 221161 - 221162 - 221163 - 221164 - 221165 - 221166 - 221167 - 221168 - 221169 - 221170 - 221171 - 221172 - 221173 - 221174 - 221175 - 221176 - 221177 - 221178 - 221179 - 221180 - 221181 - 221182 - 221183 - 221184 - 221185 - 221186 - 221187 - 221188 - 221189 - 221190 - 221191 - 221192 - 221193 - 221194 - 221195 - 221196 - 221197 - 221198 - 221199 - 221200 VIIERGO "PORTENAZO L. HERRERA": Av. De la Cultura Nº 1111. "Escuela Preuniversitaria" Teléfono: 051(0) 84 221201 - 221202 - 221203 - 221204 - 221205 - 221206 - 221207 - 221208 - 221209 - 221210 - 221211 - 221212 - 221213 - 221214 - 221215 - 221216 - 221217 - 221218 - 221219 - 221220 - 221221 - 221222 - 221223 - 221224 - 221225 - 221226 - 221227 - 221228 - 221229 - 221230 			
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO					
PRODUCTO	Kión deshidratado (<i>Zingiber officinale roscoe</i>)				
PROVINCIA	La Convención				
DISTRITO	Santa Ana				
DEPARTAMENTO	Cusco				
SOLICITANTE	Bach. Jorge Apaza Vargas				
FECHA DE INICIO	09 de Setiembre de 2019				
FECHA DE CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS	16 de Setiembre de 2019				
RESULTADOS:					
CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS	M1	M2	M3	Limite por mL	
	50 Brix	60 Brix	70 Brix	m	M
<i>Escherichia coli</i> ufc/g	Ausente	Ausente	Ausente	10	10 ²
<i>Salmonella</i> sp. 25 g	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente/25g.	-
Mohos y levaduras ufc/g	<10	<10	<10	10 ²	10 ⁴
<10=Ausente					
METODOLOGÍA:					
Se siguió la metodología recomendada por la Norma Sanitaria sobre Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano y ICMSF 2012.					
CONCLUSIÓN:					
Las muestras analizadas de Kión deshidratado (<i>Zingiber officinale roscoe</i>) no presenta contaminación con los microorganismos en estudio, encontrándose apto para el consumo humano.					
					

B.3. Análisis Sensorial.

FICHA N° 01NOMBRE: Mabel Gardenia Silva SoteloFECHA: 08/07/19

PRUEBE CADA UNA DE LAS MUESTRAS CODIFICADAS Y EVALUE SEGÚN LA ESCALA.

- 1.- ME DISGUSTA.
- 2.- ME DISGUSTA LIGERAMENTE.
- 3.- NO ME GUSTA NI ME DISGUSTA.
- 4.- ME GUSTA LIGERAMENTE.
- 5.- ME GUSTA.

CODIGO DE MUESTRA

PUNTUACION SEGÚN ESCALA

<u>742</u>	<u>4</u>
<u>246</u>	<u>5</u>
<u>546</u>	<u>3</u>
<u>290</u>	<u>2</u>
<u>749</u>	<u>1</u>
<u>919</u>	<u>1</u>

OBSERVACIONES: _____

ANEXOS C (Evidencias fotográficas)



Fotografía N° 1. Recepción de materia prima de kión (*Zingiber officinale roscoe*).

Lugar y fecha: Laboratorio de la UNSAAC sede Quillabamba, 07/05/2019



Fotografía N° 2. Preparación de la solución osmótica.

Lugar y fecha: Laboratorio de la UNSAAC sede Quillabamba, 10/05/2019



Fotografía N° 3. Operación unitaria de lavado, pelado del kión (*Zingiber officinale roscoe*).

Lugar y fecha: Laboratorio de la UNSAAC sede Quillabamba, 10/05/2019



Fotografía N°4. Operación unitaria de troceado del kión (*Zingiber officinale roscoe*) con una longitud de 9.23mm y un espesor de 0.1mm.

Lugar y fecha: Laboratorio de la UNSAAC sede Quillabamba, 10/05/2019



Fotografía N° 5. Operación unitaria de pesado de la muestra del ki6n (*Zingiber officinale roscoe*).

Lugar y fecha: Laboratorio de la UNSAAC sede Quillabamba, 11/05/2019



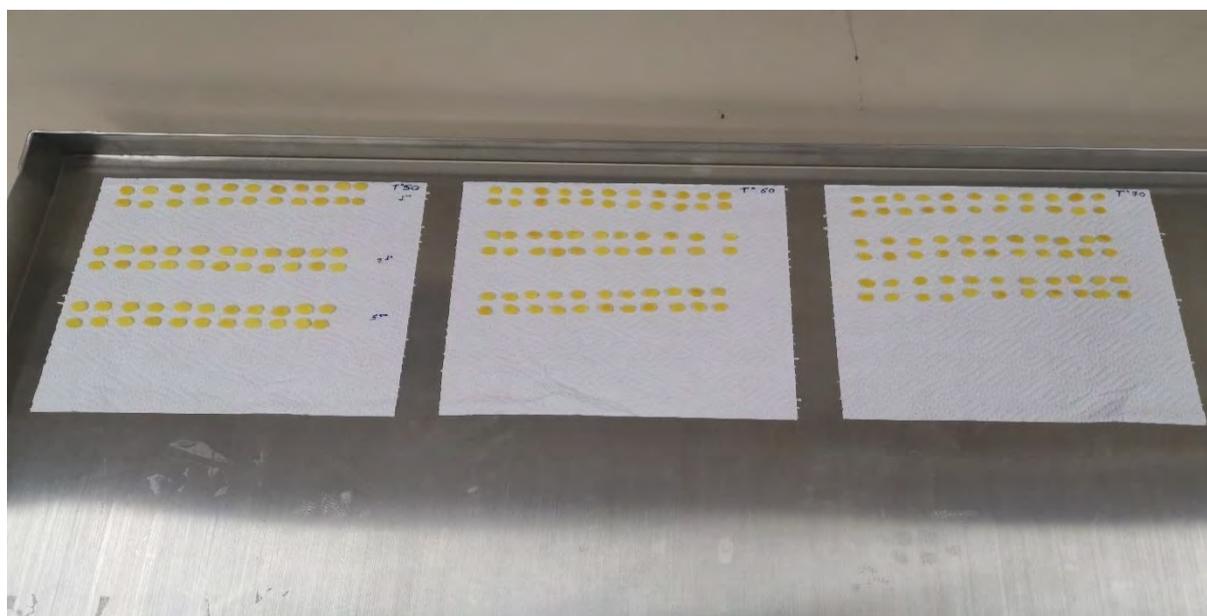
Fotografía N° 6. Operación unitaria de inmersi6n de la materia prima (ki6n) en la soluci6n osm6tica.

Lugar y fecha: Laboratorio de la UNSAAC sede Quillabamba, 11/05/2019



Fotografía N° 7. Control de peso durante el proceso de la osmodeshidratación del kión (*Zingiber officinale roscoe*).

Lugar y fecha: Laboratorio de la UNSAAC sede Quillabamba, 11/05/2019



Fotografía N° 8. Operación unitaria del secado del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado.

Lugar y fecha: Laboratorio de la UNSAAC sede Quillabamba, 11/05/2019



Fotografía N° 9. Preparación previa para el análisis sensorial del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado.

Lugar y fecha: Aula de la UNSAAC sede Quillabamba, 08/07/2019



Fotografía N° 10. Análisis sensorial del kión (*Zingiber officinale roscoe*) osmodeshidratado.

Lugar y fecha: Aula de la UNSAAC sede Quillabamba, 08/07/2019