UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARÍAS

TESIS

Titulo:

"ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO DE CUARTA GAMA A PARTIR DE *Daucus carota* (ZANAHORIA) MEDIANTE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA Y EVALUACIÓN DE LA VITAMINA "A" DURANTE EL ALMACENAMIENTO"

AUTORES:

Bach. SEGUNDO MILTON CÉSAR RUIZ VÁSQUEZ

Bach. ROLAND JUNIOR LÓPEZ DEL ÁGUILA

ASESORES:

Dr. MARÍA ISABEL MAURY LAURA

Dr. RICARDO GARCÍA PINCHI

IQUITOS - PERÚ

2017

TESIS:

TITULO: “ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO DE CUARTA GAMA A PARTIR DE *Daucus carota* (ZANAHORIA) MEDIANTE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA Y EVALUACIÓN DE LA VITAMINA “A” DURANTE EL ALMACENAMIENTO”

AUTORIZACIÓN DE LOS ASESORES

Dra. María Isabel Maury Laura, profesora principal del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana y el Dr. Ricardo García Pinchi, Investigador.

INFORMAMOS: Que el Bach. Segundo Milton César Ruiz Vásquez y el Bach. Roland Junior López Del Águila, han realizado bajo nuestra dirección, el trabajo contenido en el estudio de investigación intitulada: "ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO DE CUARTA GAMA A PARTIR DE *Daucus carota* (ZANAHORIA) MEDIANTE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA Y EVALUACIÓN DE LA VITAMINA "A" DURANTE EL ALMACENAMIENTO", y considerando que el mismo reúne los requisitos necesarios para ser presentado ante el Jurado Calificador; a tal efecto para la obtención del título de Ingenieros en Industrias Alimentarias.

AUTORIZAMOS: A los citados Bachilleres a presentar el Trabajo Final de Carrera, para proceder a su sustentación cumpliendo así con la normativa vigente que regula los Grados y Títulos de la Facultad de Industrias Alimentarias en la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Dr. Ricardo García Pinchi
Asesor

Dra. María Isabel Maury Laura
Asesor

MIEMBROS DEL JURADO

Tesis aprobada en la sustentación pública en la ciudad de Iquitos, en el Departamento Académico de Ciencia y Tecnología de Alimentos – UNAP, llevado al cabo el día 15 de diciembre del 2017. Siendo los miembros del jurado los abajo firmantes.

Ing. Roger Ruiz Paredes
Ingeniero en Industrias Alimentarias
CIP. 41754

Presidente

Elmer Alberto Barrera Meza
Ingeniero en Industrias Alimentarias
CIP. 116648

Miembro Titular

Jorge Luis Carranza Gonzales
Ingeniero en Industrias Alimentarias
CIP. 71113

Miembro Titular

Giorgio Sergio Urro Rodríguez
Ingeniero en Industrias Alimentarias
CIP. 78206

Miembro Suplente

UNAP

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Iquitos, siendo las 6:00 p.m. horas del día viernes 15 de Diciembre de 2017, en las instalaciones del Departamento Académico de Ciencia y Tecnología de Alimentos, ubicado en la calle Nauta 5ta. Cuadra de esta ciudad, se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis: **"ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO DE CUARTA GAMA A PARTIR DE *Daucus carota* (ZANAHORIA) MEDIANTE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA Y EVALUACIÓN DE LA VITAMINA "A" DURANTE EL ALMACENAMIENTO"**, presentado por los Bachilleres: **SEGUNDO MILTON CÉSAR RUÍZ VÁSQUEZ** y **ROLAND JUNIOR LÓPEZ DEL ÁGUILA,** con el asesoramiento de don Ricardo García Pinchi y doña María Isabel Maury Laura.

Estando el Jurado Calificador conformado por los siguientes miembros, según Resolución Decanal Nº 348-FIA-UNAP-2017, del 07 de Diciembre de 2017.

Ingº **ROGER RUÍZ PAREDES**	:	**Presidente**
Ingº **ELMER ALBERTO BARRERA MEZA**	:	**Miembro**
Ingº **JORGE LUIS CARRANZA GONZÁLES**	:	**Miembro**
Ingº **GIORGIO SERGIO URRO RODRIGUEZ**	:	**Miembro Suplente**

Siendo las 7.05 p.m. horas del mismo día, se dio por concluida la sustentación, habiendo sido APROBADO con la nota de 17 y el calificativo de MUY BUENO, estando los bachilleres aptos para obtener el Título Profesional de Ingenieros en Industrias Alimentarias.

El Jurado Calificador alcanzará a los sustentantes, si el caso lo requiere, las correcciones u observaciones presentadas.

Ing. Roger Ruiz Paredes
Ingeniero en Industrias Alimentarias
CIP. 41754
Presidente

Elmer Alberto Barrera Meza
Ingeniero en Industrias Alimentarias
CIP. 116648
Miembro Titular

Jorge Luis Carranza Gonzales
Ingeniero en Industrias Alimentarias
CIP. 78406
Miembro Titular

Giorgio Sergio Urro Rodriguez
Ingeniero en Industrias Alimentarias
CIP. 78406
Miembro Suplente

DEDICATORIA

A Dios por su infinito amor y misericordia.

A mi madre Zuly Vásquez Núñez de Ruiz y a mi padre Hilario Ruiz Armas por el apoyo incondicional que me brindaron y por el gran amor que me tienen.

A mis hermanas Vanessa Ruiz Vásquez y Susan Ruiz Vásquez porque siempre estuvieron conmigo en los momentos que más las necesitaba.

Segundo Milton César Ruiz Vásquez

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a mis padres Rolando y Nary porque ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia, todo lo que hoy soy es gracias a ellos.

A mis hermanos Alex, Paolo y Miguel que más que hermanos son mis verdaderos amigos.

A toda mi familia que es lo mejor y más valioso que Dios me ha dado.

Roland Junior López Del Águila

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, por habernos dado la oportunidad de alcanzar uno de nuestras metas.

Agradecemos a nuestros padres por apoyarnos en el desarrollo de este trabajo de investigación.

Agradecemos la Dra. María Isabel Maury Laura y al Dr. Ricardo García Pinchi por el excelente asesoramiento en la ejecución de este trabajo tesis.

Segundo Milton César Ruiz Vásquez

Roland Junior López Del Águila

LISTA DE TABLAS i
LISTA DE FIGURAS ii
LISTA DE MOMENCLATURA iii

RESUMEN

I. INTRODUCCION 1

II. REVISION DE LITERATURA 2
2.1. ANTECEDENTES 2
2.2. *Daucus carota* (ZANAHORIA) 3
2.2.1. Botánica 4
2.2.2. Morfología y desarrollo de la planta 5
2.2.3. Producción 5
2.2.3.1. Suelo y clima 5
2.2.3.2. Madurez, recolección y manipulación 6
2.2.4. Composición química 6
2.2.5. Producción de Zanahoria 9
2.3. ALMACENAMIENTO 12
2.3.1. Cambios químicos durante el almacenamiento 12
2.3.2. Preenfriado y preacondicionado 12
2.3.3. Almacenamiento a baja temperatura 13
2.4. ALIMENTOS IV GAMMA 14
2.4.1. Definición. 14
2.4.2. Clasificación por gama 16
2.4.3. Beneficios e inconvenientes de la iv gama 16
2.5. FRUTAS Y HORTALIZAS REFRIGERADAS MÍNIMAMENTE PROCESADAS 17
2.6. DEFINICIONES DE FRUTAS Y HORTALIZAS RMP 22
2.7. DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA 23
2.7.1. Definición. 23
2.7.2. Efectos de la deshidratación 25
2.7.3. Tratamiento con osmodeshidratación 25
2.7.4. Agentes osmodeshidratantes 25
2.7.5. Cloruro de sodio (NaCl) 26
2.7.6. Modelo fenomenológico 26
2.7.6.1. Pérdida de agua 26
2.7.6.2. Ganancia de sólidos 27
2.8. PRODUCTOS MÍNIMAMENTE PROCESADOS. 27
2.9. TRANSFERENCIA DE MASA 27
2.9.1. Cinética en la deshidratación osmótica 27
2.9.2. El fenómeno de ósmosis 27
2.9.3. El fenómeno de difusión. 28
2.9.4. Ei fenómeno debido a la tensión superficial /capilaridad 28
2.9.5. La difusividad efectiva en los alimentos y la ley de Fick 29
2.9.5.1. Para una lámina plana 30
2.9.6. Difusividad de agua en alimentos 31
2.9.7. Casos de proceso de deshidratación osmótica en tejidos de los alimentos 32

III. MATERIALES Y METODOS 33
3.1. EQUIPOS E INSTALACIONES, MATERIALES Y REACTIVOS 33
3.1.1. Equipos 33
3.1.2. Materiales 33
3.1.3. Cultivos y reactivos 34
3.1.4. Equipos de planta 34
3.1.5. Insumos 34
3.1.6. Empaques. 35
3.2. MATERIA PRIMA 35
3.3. METODOS 35
3.3.1. El método científico experimental. 35
3.3.2. Diseño para el estudio cinético 35
3.3.3. Método para la obtención del espesor ideal de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) y concentración de NaCl para la solución osmótica. 36
3.3.4. Método de preparación de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) 36
3.3.5. Metodología de obtención de un producto de 4ta gama a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA). 37
3.3.6. Método de control de almacenamiento de un producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) 38
3.3.7. Método de estudio cinético de transferencia de masa en *Daucus carota* (ZANAHORIA) 39
3.3.8. Análisis físico – químico 40
3.3.8.1. Determinación de ph 40
3.3.8.2. Determinación de acidez titulable 40
3.3.8.3. Determinación de humedad 41
3.3.8.4. Determinación de cenizas 41
3.3.8.5. Determinación de grasas 42
3.3.8.6. Determinación de proteína 42
3.3.8.7. Determinación de carbohidratos 43
3.3.8.8. Determinación de cloruro de sodio 44
3.3.8.9. Análisis de β - caroteno 44
3.3.9. Análisis sensorial 45
3.3.9.1. Prueba de escala 45
3.3.10. Análisis microbiológicos 47
3.3.10.1. Preparación y dilución de la muestra 47
3.3.10.2. Mesofilos aerobios 47
3.3.10.3. Escherichia coli 48
3.3.10.4. Salmonella sp 50
3.3.11. Métodos de cálculos 51
3.3.11.1. Cálculos de valores cinéticos. 51
3.3.11.2. Método de cálculo de la difusividad efectiva 52
3.3.11.3. Calculo de la energía de activación 53

IV.RESULTADOS Y DISCUSIONES 54
4.1. RESULTADOS DEL FLUJO DE PROCESO PARA OBTENCIÓN DE UN PRODUCTO DE LA 4TA GAMA A PARTIR DE *Daucus carota* (ZANAHORIA). 54
4.1.1. Materia prima 55
4.1.2. Selección de la Zanahoria 55
4.1.3. Lavado, desinfección y enjuague de la Zanahoria 56
4.1.4. Pelado y cortado 57
4.1.5. Ablandamiento de textura 58
4.1.6. Enfriado / escurrido 58
4.1.7. Impregnación de sal / deshidratación 59
4.1.8. Oreado / secado 59
4.1.9. Empacado 60
4.1.10. Almacenado 61
4.2. RESULTADOS DE LA OBTENCIÓN DEL ESPESOR IDEAL DE LOS REBANADOS DE *Daucus carota* (ZANAHORIA) Y LA CONCENTRACION DE NaCl PARA LA SOLUCIÓN OSMÓTICA A TEMPERATURA DE 25°C. 62
4.3. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN CINÉTICA EN UN PRODUCTO MÍNIMAMENTE PROCESADO A PARTIR DE *Daucus carota* (ZANAHORIA) 63
4.4. CINÉTICA DE LOS CAMBIOS DE COMPOSICIÓN DE LA FRACCIÓN LIQUIDA EN LOS REBANADOS DE *Daucus carota* (ZANAHORIA) PARA EL CÁLCULO DE LA DIFUSIVIDAD EFECTIVA (De) 75
4.5. RESULTADO DE LA ENERGÍA DE ACTIVACIÓN EA EN LOS REBANADOS DE *Daucus carota* (ZANAHORIA). 81
4.6. RESULTADO DEL BALANCE DE MASA EN LOS REBANADOS DE *Daucus carota* (ZANAHORIA) 84
4.7. RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO 86
4.8. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE RETINOL Y B - CAROTENO 87
4.9. RESULTADOS DE ANÁLISIS SENSORIAL 89
4.10. RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLOGICO 95

V. CONCLUSIONES 96

VI.RECOMENDACIONES 98

VII. BIBLIOGRAFIAS 99

VIII.ANEXO 106

LISTA DE CUADROS

TABLA N° 01	Composición en 100gr. de materia comestible de *Daucus carota* (ZANAHORIA)	4
TABLA N° 02	Valor bruto de la producción agropecuaria por productos según año, enero - marzo 2012-2016.	9
TABLA N° 03	Producción de la agricultura, la horticultura y la jardinería comercial por producto, enero – marzo 2012-2016.	10
TABLA N° 04	Zanahoria por región según variables productivas, diciembre 2015/2016.	11
TABLA N° 05	Diseño Estadístico completo, en la obtención de un producto mínimamente procesado de calidad a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA).	35
TABLA N° 06	Diseño Estadístico, para la obtención del espesor ideal de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA), y la mejor concentración de NaCl de la solución osmótica.	36
TABLA N° 07	Diseño estadístico en el pre cocido de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA).	37
TABLA N° 08	Porcentaje impregnación de NaCl en relación al espesor de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) y concentración de NaCl en la solución osmótica a 25°C.	62
TABLA N° 09	Contenido puntual de agua (X_t^w) al tiempo (t), y fracción de los sólidos solubles (X_t^{NaCl}) en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado a temperatura de 25°C y 10% NaCl.	63
TABLA N° 10	Cinética de pérdida de agua $(\Delta M_t^{\mathbf{w}})$, pérdida de peso $(\Delta M_t^{\mathbf{o}})$ y ganancia de cloruro de sodio $(\Delta M_t^{\mathbf{NaCl}})$ en la obtención de un producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) a temperatura de 25°C y 10% NaCl en la S.O.	65
TABLA N° 11	Contenido puntual de agua (X_t^w) al tiempo (t), y fracción de los sólidos solubles (X_t^{NaCl}) en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado a temperatura de 30°C y 10% NaCl.	67

TABLA N° 12	Cinética de pérdida de agua ($\Delta M_t^{\mathbf{w}}$), pérdida de peso ($\Delta M_t^{\mathbf{o}}$) y ganancia de cloruro de sodio ($\Delta M_t^{\mathbf{NaCl}}$) en la obtención de un producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) a temperatura de 30°C y 10% NaCl en la S.O.	69
TABLA N° 13	Contenido puntual de agua (X_t^w) al tiempo (t), y fracción de los sólidos solubles (X_t^{NaCl}) en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado a temperatura de 35°C y 10% NaCl.	71
TABLA N° 14	Cinética de pérdida de agua ($\Delta M_t^{\mathbf{w}}$), pérdida de peso ($\Delta M_t^{\mathbf{o}}$) y ganancia de cloruro de sodio ($\Delta M_t^{\mathbf{NaCl}}$) en la obtención de un producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) a temperatura de 35°C y 10% NaCl en la S.O.	73
TABLA N° 15	Cinética de los cambios de composición de la fracción liquida en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) durante la deshidratación osmótica a temperatura de 25°C utilizando solución de 10% de NaCl.	77
TABLA N° 16	Cinética de los cambios de composición de la fracción liquida en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) durante la deshidratación osmótica a temperatura de 30°C utilizando solución de 10% de NaCl.	78
TABLA N° 17	Cinética de los cambios de composición de la fracción liquida en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) durante la deshidratación osmótica a temperatura de 35°C utilizando solución de 10% de NaCl.	79
TABLA N° 18	Valores de la fuerza impulsadora reducida durante el tiempo de proceso de todos los tratamientos en la DO en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) utilizando cloruro de sodio (NaCl) en la solución osmótica.	80
TABLA N° 19	Constante cinética de De en la deshidratación osmótica en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA).	80
TABLA N° 20	Valores de Ln De para la recta de regresión y el coeficiente de determinación R^2 para el cálculo de la energía de activación de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado.	82

TABLA N° 21	Influencia de la temperatura sobre la difusividad efectiva en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) en todos los tratamientos para el cálculo de energía de activación Ea.	83
TABLA N° 22	Balance de masa de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) en la deshidratación osmótica.	84
TABLA N° 23	Resultados de los análisis físicos químicos de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado.	86
TABLA N° 24	Resultados de Retinol y β - caroteno en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado en almacenamiento a temperatura de 5°C.	87
TABLA N° 25	Resultados de análisis sensorial de la **TEXTURA** en rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado en almacenamiento a temperatura de 5°C.	89
TABLA N° 26	Resultados de análisis sensorial de **SABOR** salado en rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado en almacenamiento a temperatura de 5°C.	90
TABLA N° 27	Resultados de análisis sensorial de **OLOR** en rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado en almacenamiento a temperatura de 5°C.	91
TABLA N° 28	Resultados de análisis sensorial de **COLOR** en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado en almacenamiento a temperatura de 5°C.	92
TABLA N° 29	Resultados de la variación del **COLOR** en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado en almacenamiento a temperatura de 5°C.	93
TABLA N° 30	Resultados del análisis microbiológico de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado.	95

LISTA DE FIGURAS

FIGURA N° 01	*Daucus carota* (ZANAHORIA)	3
FIGURA N° 02	Espectro de los sistemas de conservación de alimentos en relación con las frutas y hortalizas refrigeradas mínimamente procesadas (RMP**).**	19
FIGURA N° 03	Esquema general de preparación de frutas y hortalizas refrigeradas mínimamente procesadas**.**	20
FIGURA N° 04	Transferencia de Materia en la Deshidratación Osmótica.	24
FIGURA N° 05	Trayectoria típica en un proceso de deshidratación osmótica continuo.	32
FIGURA N° 06	Equipo para cortado de frutas y hortalizas.	36
FIGURA N° 07	Equipo de escaldado de frutas y hortalizas**.**	37
FIGURA N° 08	Cámara de conservación de frutas y hortalizas.	38
FIGURA N° 09	Deshidratador Osmótico de Frutas y Hortalizas.	40
FIGURA N° 10	Flujo de Proceso de obtención de un producto de la cuarta Gama a partir de Zanahoria.	54
FIGURA N° 11	*Daucus carota* (Zanahoria) de variedad CHANTENAY.	55
FIGURA N° 12	Selección de *Daucus carota* (Zanahoria) de variedad CHANTENAY.	55
FIGURA N° 13	Lavado, desinfección y enjuague de *Daucus carota* (Zanahoria) de variedad CHANTENAY.	56
FIGURA N° 14	Pelado químico con una solución NAOH de *Daucus carota* (Zanahoria).	57
FIGURA N° 15	Cortado de *Daucus carota* (Zanahoria).	57
FIGURA N° 16	Ablandamiento de los rebanados de *Daucus carota* (Zanahoria).	58
FIGURA N° 17	Escurrido los rebanados de *Daucus carota* (Zanahoria).	58
FIGURA N° 18	Deshidratación Osmótica de los rebanados de *Daucus carota* (Zanahoria).	59

FIGURA N° 19	Escurrido los rebanados de *Daucus carota* (Zanahoria).	59
FIGURA N° 20	Empacado los rebanados de *Daucus carota* (Zanahoria).	60
FIGURA N° 21	Almacenado del producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (Zanahoria).	61
FIGURA N° 22	Evolución del contenido puntual de agua (X_t^w), ganancia de solidos solubles (X_t^{NaCl}), en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado a temperatura de 25°C y 10% de NaCl.	63
FIGURA N° 23	Evolución de la pérdida de peso (ΔM_t^o), perdida de agua (ΔM_t^w), y ganancia de cloruro de sodio (ΔM_t^{NaCl}) durante la obtención de un producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) a temperatura de 25°C y 10% de NaCl en la S.O.	65
FIGURA N° 24	Evolución del contenido puntual de agua (X_t^w), ganancia de solidos solubles (X_t^{NaCl}), en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado a temperatura de 30°C y 10% de NaCl.	67
FIGURA N° 25	Evolución de la pérdida de peso (ΔM_t^o), perdida de agua (ΔM_t^w), y ganancia de cloruro de sodio (ΔM_t^{NaCl}) durante la obtención de un producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) a temperatura de 30°C y 10% de NaCl en la S.O.	69
FIGURA N° 26	Evolución del contenido puntual de agua (X_t^w), ganancia de solidos solubles (X_t^{NaCl}), en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado a temperatura de 35°C y 10% de NaCl.	71
FIGURA N° 27	Evolución de la pérdida de peso (ΔM_t^o), perdida de agua (ΔM_t^w), y ganancia de cloruro de sodio (ΔM_t^{NaCl}) durante la obtención de un producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) a temperatura de 35°C y 10% de NaCl en la S.O.	73
FIGURA N° 28	Cinética de cambios de composición de la fracción liquida durante la obtención de un producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) a temperatura de 25°C y utilizando solución de 10% de NaCl.	77

FIGURA N° 29	Cinética de cambios de composición de la fracción liquida durante la obtención de un producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) a temperatura de 30°C y utilizando solución de 10% de NaCl.	78
FIGURA N° 30	Cinética de cambios de composición de la fracción liquida durante la obtención de un producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) a temperatura de 35°C y utilizando solución de 10% de NaCl.	79
FIGURA N° 31	Efectos de la temperatura y la concentración de cloruro de sodio en solución osmótica sobre el coeficiente de difusividad efectiva en todos los tratamientos realizados.	82
FIGURA N° 32	Balance de masa de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) en la deshidratación osmótica.	84
FIGURA N° 33	Variación de Retinol y β - caroteno en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado en almacenamiento a temperatura de 5°C.	87
FIGURA N° 34	Resultados de análisis sensorial de la **TEXTURA** en rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado en almacenamiento a temperatura de 5°C.	89
FIGURA N° 35	Resultados de análisis sensorial del **SABOR** salado en rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado en almacenamiento a temperatura de 5°C.	90
FIGURA N° 36	Resultados de análisis sensorial del **OLOR** en rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado en almacenamiento a temperatura de 5°C.	91
FIGURA N° 37	Resultados de análisis sensorial del **COLOR** en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado en almacenamiento a temperatura de 5°C.	92

LISTA DE NOMENCLATURA

ΔM_t^0	.	Variación de la masa total.
ΔM_t^w		Perdida de agua.
ΔM_t^{NaCl}		Ganancia de solidos solubles.
M_0		Peso de la muestra tratada al tiempo t (g).
X_t^w		Contenido puntual de agua de la muestra tratada osmóticamente al tiempo t (g de agua / g Mt).
X_0^w		Contenido puntual de agua de la muestra inicial (g / g M_0).
X_t^{NaCl}		Fracción de solidos solubles de la muestra tratada osmáticamente al tiempo t (g / g Mt).
Xwe		Fracción de la masa de agua en equilibrio (g agua. g-1 m.s).
Kw , Ks		Son constantes fenomenológicas dependientes principalmente de la composición.
Y		Fuerza impulsadora (adimensional).
Ye		Fuerza impulsadora experimental (adimensional).
T		Temperatura (°C).
De		Difusividad efectiva de agua (m2. s-1).
t		Tiempo (s).
L		Espesor (m).
D_e^w		Difusividad efectiva de agua (m2. s-1).
D_e^{NaCl}		Difusividad efectiva de solidos solubles (m2. s-1).
D0		Constante difusional (m2. s-1).
Ea		Energía de activación (kj.mol-1).
R		Constante de gases ideales (kj.mol-1 k).
Yc		Fuerza impulsadora calculada (adimensional).

Z^{w}	Fracción másica del agua.
Z^{NaCl}	Fracción másica de los sólidos solubles.
Z_{t}^{w}	Fracción másica de agua en el tiempo t.
Z_{0}^{w}	Fracción másica inicial de agua.
Z_{e}^{w}	Fracción másica de agua en el equilibrio.
$1 - Y_{t}^{w}$	Fuerza impulsadora reducida.
Y_{t}^{w}	Fuerza impulsadora de la fracción liquida en el tiempo t.
Y^{w}	Fuerza impulsadora de la fracción liquida.

"ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO DE CUARTA GAMA A PARTIR DE *Daucus carota* (ZANAHORIA) MEDIANTE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA Y EVALUACIÓN DE LA VITAMINA "A" DURANTE EL ALMACENAMIENTO"

RESUMEN

El presente trabajo de tesis se realizó en la planta piloto de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, en la que se determinó los parámetros óptimos para la obtención de un producto de 4ta gama a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA); habiéndose utilizado NaCl al 10% para la solución osmótica y se aplicó una transferencia de masa en el deshidratador osmótico de frutas y verduras a tiempos de 2, 4 y 6min y a temperaturas de 25, 30 y 35°C, los rebanados de zanahoria se acondicionaron a través de una cortadora de acero inoxidable diseñada para ello y con un espesor de 5mm, se aplicó una pre cocción a los rebanados a una temperatura de 95°C por 5min.

El estudio cinético se realizó calculando la difusividad efectiva en la fracción liquida de los rebanados obteniéndose los valores de $2.197x10^{-9}$ m^2/s, $3.335x10^{-9}$ m^2/s y $4.035x10^{-9}$ m^2/s en 25°C, 30°C y 35°C respectivamente. Con energía de activación de 11.12 Kcal/mol, estos valores guardan relación con el trabajo de investigación que reporta la Facultad Regional Buenos Aires Medrano [92]. En el estudio de almacenamiento como producto de 4ta gama se obtuvo valores positivos hasta 12 días de conservación, los límites permisibles de microrganismos referente a Aerobios mesófilos, Coliformes totales y Salmonella sp. se mantienen por debajo de la NTS N° 071 – MINSA/DIGES. V. 01.

De la evaluación sensorial se destaca el color naranja de los rebanados, no encontrándose diferencias significativas en el tiempo de almacenamiento (12 días) en refrigeración a 5°C; en la concentración de Vitamina "A" hay una ligera pérdida por efecto del almacenamiento, sin embargo, se mantiene en valore altos de Retinol (871µg) y β- Caroteno (167µg).

Se ha obtenido el flujo de proceso de la 4ta gama con buenas características de calidad y el diseño correcto de proceso de rebanado en 5mm de espesor; cada producto empacado de 4ta gama con 250gr de contenido en poliestireno y sellado con polietileno de baja densidad para alimentos, con una contracción de sal de 1.8413%.

I. INTRODUCCION

Los consumidores hoy en día se muestran más exigentes en la búsqueda y consumo de productos alimenticios menos procesados o naturales que conserven al máximo sus características nutricionales y organolépticas; lo cual ejerce un efecto determinante sobre las áreas de innovación tecnológica que permite responder a estas exigencias.

En nuestra región (LORETO) existe un deficiente aprovechamiento y manejo de la materia prima (frutas, verduras y hortalizas), debido a que no se conocen procesos adecuados para conservarlos por más tiempo, sin que se pierdan sus propiedades naturales y es común encontrar en los mercados y lugares de expendio estos alimentos en mal estado de conservación (golpeados, sobre madurados u otra condición). Debido a la creciente necesidad de adquirir productos naturales y mejor conservados y considerando que el consumo de frutas y hortalizas en la dieta diaria tiene un efecto benéfico para la salud, por ser una excelente fuente de vitaminas, minerales y fibra, y que además de aportar un bajo contenido calórico, que contribuye a una correcta y balanceada nutrición.

La gran mayoría de consumidores no disponen del tiempo necesario para emplearlo en la cocina (preparación de alimentos) por sus múltiples ocupaciones de este mundo cambiante y competitivo; razón por el cual buscan alternativas de consumo de productos listos para ser consumidos, que sean frescos, saludables, de fácil preparación, de calidad y que conserven sus características nutricionales y organolépticas.

Con el presente proyecto de tesis se quiere dar a conocer que la *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesada (4ta gama) sea una excelente alternativa de un producto de calidad, de consumo rápido y de fácil adquisición para los consumidores.

La aplicación de las nuevas tecnologías de presentación de productos mínimamente procesados y nuevas presentaciones orientados a consumidores de clase media es uno de los sustentos de este trabajo de investigación.

¿Es posible elaborar un producto 4ta Gama de calidad a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) para consumo humano aplicando la tecnología alimentaria y es posible conocer la Cinética de Impregnación de NaCl y la variación de la Vitamina "A" en los rebanados de zanahoria almacenados a 5° C?

CAPITULO II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Se han desarrollado muchos trabajos de investigación relacionados con frutas y hortalizas de la cuarta gama, que hoy en día es una alternativa de compra en todos los supermercados de ciudades con poblaciones altas y desarrolladas. Antiguamente solo encontrábamos como productos de la cuarta gama a partir de frutas y hortalizas hoy encontramos también productos de la cuarta gama en carnes y pescados.

Dussán-Sarria, et al (1) evaluaron el tipo de corte y de empaque de zanahorias frescas (*Daucus carota* L.) almacenadas a 9±2°C y 89% de humedad relativa durante 15 días, sobre los atributos de calidad de la hortaliza. Se evaluaron atributos físico-químicos, color y grado de satisfacción del consumidor. Se utilizó el delineamiento experimental completamente al azar con arreglo factorial compuesto por tres factores: forma de corte (cubo, rodaja), tipo de empaque (vacío, PET) y tiempo de almacenamiento con niveles (0, 3, 6, 9, 12, 15 días), totalizando veinticuatro tratamientos. Se aplicó ANOVA y el test de Tukey y Dunnett para las notas sensoriales, empleado el software SPSS 15.0 para Windows. Todos los atributos mostraron diferencias significativas a través del periodo evaluado ($p<0.05$). El tratamiento más adecuado de conservación bajo refrigeración de zanahoria mínimamente procesada fue al corte en forma de cubos y empacada al vacío.

Campo G y Caporgno M. (2) explican en su trabajo de investigación "Degradación de vitamina A y carotenoides en zanahorias (*Daucus carota*) mínimamente procesadas" que la zanahoria es una hortaliza ampliamente consumida en la forma de VMP, siendo rica en carotenoides especialmente β-caroteno, responsables de su color naranja y precursores de vitamina A. Resulta de interés desde el punto de vista nutricional, el estudio de los efectos de distintos factores ambientales como la luz, el oxígeno y la temperatura causantes del deterioro de estos compuestos.

El objetivo de este trabajo fue el estudio de la estabilidad de carotenoides y vitamina A en zanahorias mínimamente procesadas, envasadas en bandejas recubiertas con film de PVC, durante el período de exposición para la venta. Para el estudio fueron simuladas las condiciones de góndola, en lo que respecta a iluminación y temperatura.

Los carotenoides totales fueron extraídos según el método de (3) con acetona fría, filtrados, transferidos a éter de petróleo, concentrados en un evaporador rotatorio y cuantificado por espectrofotometría visible. El contenido de vitamina A fue calculado a partir de los carotenoides provitamina A.

2.2. *Daucus carota* (ZANAHORIA)

La zanahoria es uno de los cultivos de raíces extendidos por todo el mundo debido a sus raíces carnosas comestibles. Se cultiva en primavera, verano y otoño en los países templados y durante el invierno en las regiones tropicales y subtropicales (4).

Las zanahorias se utilizan tanto para el consumo humano como para alimentación animal. Se cocinan solas o con otras hortalizas en la preparación de sopas, guisos, currys y pasteles; las raíces crudas ralladas se usan en ensaladas; las raíces tiernas se pican. Las zanahorias poseen muchas propiedades medicinales y se utilizan en medicina ayurvédica.

Las variedades (ver figura N° 01). blancas de zanahoria son un valioso alimento para caballos y vacas lecheras. Las zanahorias son una fuente rica de β-caroteno y contienen cantidades apreciables de tiamina y riboflavina. Los mayores países productores de zanahorias son la antigua URSS, China, Japón, Francia, Estados Unidos y Reino Unido (5).

FIGURA N° 01. *Daucus carota* (ZANAHORIA)

TABLA N° 1. Composición en 100gr. de materia comestible de *Daucus carota* (ZANAHORIA) (6).

ZANAHORIA	
Calorías (g)	41
Agua (g)	89
Proteínas (g)	0.6
Carbohidratos (g)	9.2
Fibra (g)	1.2
Cenizas (g)	0.7
Calcio (mg)	33
Fosforo (mg)	16
Hierro (mg)	0.5
Vit. A (µg)	841
Vit. B1 (mg)	0.04
Vit. B2 (mg)	0.04
Niacina (mg)	0.18
Vit. C (mg)	17.4

2.2.1. Botánica

La zanahoria (*Daucus carota*) es originaria de Europa, Asia y el norte de África y posiblemente de Norteamérica y Sudamérica. La zanahoria es una hortaliza bianual y pertenece a la familia de la Umbeliteras. El género Daucus contiene 60 especies (ver figura N° 01), de las que muy pocas se cultivan. Las zanahorias son un cultivo herbáceo dicotiledóneo cultivado por su gran raíz central. El color de las raíces de zanahorias cultivadas varía desde el blanco hasta el amarillo, naranja, purpura suave, rojo intenso o violeta intenso y la forma varía entre los cortos tocones a conos afilados. El diámetro de la raíz y la longitud puede variar respectivamente desde los 2 a los 5 cm y desde los 6 a los 30 cm.

Las variedades de ramo más importantes en los Estados Unidos son la Imperator, la Gold Spike y la Gold Pak, que tienen raíces delgadas con un exterior suave. Las variedades Red Cored Chantenay, Royal Chantenay y Autmn King tienen un buen color y son variedades populares para el procesado. Las sabrosas variedades French o Chantenay no son adecuadas para preparados de zumo en lata debido al desarrollo de sabores extraños indeseables (7).

La Royal Chantenay es aproximadamente una pulgada más larga y más cilíndrica que la Red Cored Chantenay. La Nantes es una buena variedad de huerta (4).

Muchas de las variedades de zanahoria se cultivan en todo el mundo. Se pueden agrupar en dos tipos (4) los cultivares templados o europeos, que son bianuales, de color naranja y de grosor uniforme con un centro pequeño, y (5) los cultivares tropicales o asiáticos, que son anuales, de color rojo, más jugosos, tienen un gran centro y una parte superior más pesada (8).

2.2.2. Morfología y desarrollo de la planta

La zanahoria cultivada (*Daucus carota*) es una planta bianual: el primer año produce una roseta de hojas y reservas carbonadas en su raíz; el segundo año, después de la vernalización, utiliza esas reservas para producir un tallo floral que comprende varias ramificaciones de diferentes órdenes y umbelas. Este segundo año la planta puede alcanzar hasta 1,5 m de altura. En climas semi-tropicales y templados, las formas salvajes tienen generalmente un ciclo anual.

Las variedades cultivadas han sido normalmente seleccionadas en función de su comportamiento frente a la subida a flor. Se buscan aquellas que tengan una subida a flor lo más tardía posible con el fin de que la especie exprese verdaderamente su carácter de planta bianual (9).

2.2.3. Producción

2.2.3.1. Suelo y clima

Las zanahorias se pueden cultivar en una gran variedad de suelos; sin embargo, el suelo ideal debe ser profundo, suelto, friable, bien drenado y rico en humus. Los terrenos francos o franco - arenosos con grandes cantidades de humus son muy apropiados para el cultivo de las zanahorias. El intervalo de pH ideal para obtener un buen rendimiento es de 5,5-6,5. También se pueden emplear suelos con un pH por encima de 7,0, pero los suelos demasiado alcalinos o ácidos no son adecuados para este cultivo (10).

La zanahoria es un cultivo de tiempo frío. Sin embargo, se desarrolla bien en climas cálidos. Las mejores temperaturas para un crecimiento

óptimo de la porción superior están entre 16 y 18°C, mientras que temperaturas por encima de 28°C reducen drásticamente el crecimiento de la porción superior.

Las temperaturas inferiores a 16°C afectan el desarrollo del color y producen raíces largas y delgadas, mientras que temperaturas más altas producen raíces más cortas o gruesas (11). (12) mostraron que temperaturas entre 15 y 20°C producen raíces atractivas de color rojo y buena calidad.

2.2.3.2. Madurez, recolección y manipulación

Las zanahorias se recolectan cuando las raíces tienen un diámetro en torno a 1.8 cm o mayor en la parte superior. El suelo puedo ser trabajado con un arado especial (levantador de zanahorias) o con un arado ordinario. La parcela se riega una vez al día antes de recolectar para facilitar la cosecha. Las zanahorias que van a ser vendidas en ramos se transportan a un almacén de envasado, donde se lavan, congelan y se envasan para el mercado. La mayoría de las zanahorias se comercializan con los extremos superiores cortados y las raíces envasadas en bolsas de plástico transparente. El corte de los extremos superiores y el embolsado reducen de forma importante la perdida de humedad durante el transpone al mercado además de favorecer la propia vida útil de las zanahorias (5). Las bolsas se perforan para prevenir el desarrollo de sabores extraños. Las operaciones previas al envasado, tales como el corte de los extremos superiores y el lavado, se realizan de forma mecánica y las raíces se clasifican por tamaño antes de envasar (5).

2.2.4. Composición química

La raíz de la zanahoria es un componente de la alimentación porque es una fuente rica de β-caroteno, el precursor de la vitamina A. Las zanahorias también son una buena fuente de carbohidratos y minerales como el calcio, fósforo, hierro y magnesio.

El contenido en humead varía entre el 86 y 89% (13) (14) (15) (16). La porción comestible de las zanahorias contiene en torno al 10% carbohidratos.

En cuatro cultivares de zanahoria los carbohidratos solubles variaron entre 6.6 y 7.7 g/100g (14). (17) mostraron un contenido de 1.67-3.35% de azúcares reductores, 1.02 - 1.18% de azucares no reductores y 2.71-4.53% de azúcares totales en seis cultivares.

Los azúcares reductores suponían el 6-32% de los azúcares libres en cuatro variedades híbridas de zanahoria (18). Los azúcares libres identificados son sacarosa, xilosa y fructosa (19). La fibra bruta en la zanahoria consiste de 71,7, 13,0 y 15,2% de celulosa, hemicelulosa y lignina respectivamente (20). En cuatro variedades de zanahoria el contenido en celulosa varió desde el 15,2% al 48% (21). La porción comestible de las zanahorias contiene 0,8-1,1 g proteína/100 g (14). También se ha detectado la presencia de nitratos y nitritos en las zanahorias. El contenido medio de nitrato medido en la zanahoria cruda fue de 40 mg/100g y el contenido de nitrito fue de 0,41 mg/100g (8), (22) y (19) sugirieron que el sabor de las zanahorias se atribuye principalmente a la presencia de ácido glutámico y la acción tampón de los aminoácidos libres.

Se ha demostrado la presencia de trazas de ácido succínico, ácido α-cetoglutárico, ácido láctico y ácido glicórico (19). El ácido cafeico es ácido fenólico predominante en las zanahorias. Las zanahorias también contienen antocianinas. El contenido en antocianina en las raíces puede variar desde cantidades traza en cultivares rosa a 1.750 mg/kg en las zanahorias blancas (23). Las principales antocianinas identificadas fueron cianidina 3-(2-xilosigalactósido), cianidín 3-xilosigalactosilgalactósido y cianidín 3-ferulilxilosiglucosilgalactósido (24).

Las raíces de zanahorias son una fuente rica de carotenoides. El contenido total de carotenoides en la porción comestible de la zanahoria varía entre 6.000 a 54. 800u.g/100g (25). El contenido de carotenoides en las zanahorias se asocia al color de la raíz. Las zanahorias amarillas y naranjas contienen relativamente más carotenoides (26) (27).

Los carotenoides predominantes en las zanahorias de color naranja son el (β-caroteno, α-caroteno y γ-caroteno (28).

La porción de pigmentos individuales estimados incluye (β-caroteno (45-80%), α-caroteno (15-40%), γ-caroteno (2-10%) y otros (3-6%) (27). También están presentes en cantidades apreciables en las raíces de zanahoria la, tiamina. riboflavina, niacina, ácido fólico y vitamina C.

2.2.5. Producción de Zanahoria

TABLA N° 02. Valor bruto de la producción agropecuaria por productos según año, enero - marzo 2012-2016 (29).

Principales productos	Millones de soles de 2007					Variación porcentual				
	2012	2013	2014	2015[P]	2016[P]	2012/ 2011	2013/ 2012	2014/ 2013	2015/ 2014	2016/ 2015
Sector Agropecuario	**6 356,0**	**6 771,6**	**6 848,5**	**6 927,5**	**7 036,9**	**3,3**	**6,5**	**1,1**	**1,2**	**1,6**
Productos de la agricultura, la horticultura y la jardinería comercial	**3 638,8**	**3 944,2**	**3 960,0**	**3 903,0**	**3 970,4**	**2,1**	**8,4**	**0,4**	**-1,4**	**1,7**
Cereales	687,4	722,9	717,5	697,0	746,5	9,1	5,2	-0,8	-2,9	7,1
Trigo	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	30,2	28,5	14,8	-24,6	-42,8
Maíz amarillo duro	205,6	202,9	201,1	203,4	199,8	4,8	-1,3	-0,9	1,2	-1,8
Maíz amiláceo	4,4	3,9	4,3	4,2	4,0	-14,9	-13,2	11,1	-1,2	-6,3
Arroz cáscara	470,7	508,6	499,1	465,5	527,3	11,7	8,0	-1,9	-6,7	13,3
Cebada grano	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	122,8	-17,7	-19,8	44,7	-46,7
Quinua	0,7	0,3	6,7	15,9	7,3	-4,3	-61,2	2296,5	138,8	-54,0
Otros cereales	5,5	6,8	5,8	7,5	7,8	-8,7	24,9	-14,5	27,6	4,5
Hortalizas	653,7	713,6	712,6	711,6	681,2	-2,3	9,2	-0,1	-0,1	-4,3
Espárrago	253,1	256,9	274,8	282,8	265,4	-5,5	1,5	7,0	2,9	-6,2
Alcachofa	15,2	16,9	18,5	15,6	22,7	32,2	11,1	9,8	-15,8	45,8
Ají	17,7	22,9	19,0	14,1	17,0	33,9	29,3	-17,0	-25,9	20,9
Piquillo	14,8	14,1	3,6	11,7	5,0	-42,7	-4,8	-74,6	227,4	-57,1
Pimiento morrón	7,3	5,2	9,0	4,6	5,5	-66,9	-29,1	73,8	-49,1	19,5
Tomate	57,5	74,0	76,1	55,7	46,8	38,9	28,6	2,9	-26,8	-16,0
Zapallo	22,3	23,5	23,5	29,2	24,4	-10,0	5,6	0,0	24,3	-16,6
Arveja grano verde	29,2	33,3	34,5	35,7	30,3	15,6	13,8	3,8	3,2	-15,0
Zanahoria	12,2	13,6	13,5	14,2	14,8	-18,3	11,2	-1,1	5,3	4,6
Ajo	9,9	9,2	7,5	7,5	7,2	102,6	-6,8	-18,6	0,2	-4,1
Cebolla	70,9	74,5	69,6	77,7	83,3	-1,9	5,1	-6,6	11,6	7,2
Maíz choclo	65,6	83,5	77,5	71,7	72,5	-3,8	27,3	-7,2	-7,5	1,0
Otras hortalizas	77,9	86,0	85,4	91,0	86,2	1,4	10,5	-0,7	6,6	-5,3

Fuente: SIEA

TABLA N° 03. Producción de la agricultura, la horticultura y la jardinería comercial por producto, enero – marzo 2012-2016

Producto	Miles de toneladas					Variación porcentual				
	2012	2013	2014	2015	2016[p]	2012/ 11	2013/ 12	2014/ 13	2015/ 14	2016/ 15
Cereales										
Trigo	0,4	0,5	0,5	0,4	0,2	30,2	28,5	14,8	-24,6	-42,8
Maíz amarillo duro	313,1	308,9	306,2	309,7	304,2	4,8	-1,3	-0,9	1,2	-1,8
Maíz amiláceo	3,7	3,2	3,5	3,5	3,3	-14,9	-13,2	11,1	-1,2	-6,3
Arroz cáscara	576,3	622,7	611,0	570,0	645,7	11,7	8,0	-1,9	-6,7	13,3
Cebada grano	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	122,8	-17,7	-19,8	44,7	-46,7
Quinua	0,6	0,2	5,4	13,0	6,0	-4,3	-61,2	2296,5	138,8	-54,0
Hortalizas										
Espárrago	83,0	84,2	90,1	92,7	87,0	-5,5	1,5	7,0	2,9	-6,2
Alcachofa	10,4	11,5	12,7	10,7	15,6	32,2	11,1	9,8	-15,8	45,8
Ají	13,5	17,5	14,5	10,7	13,0	33,9	29,3	-17,0	-25,9	20,9
Piquillo	10,7	10,2	2,6	8,4	3,6	-42,7	-4,8	-74,6	227,4	-57,1
Pimiento morrón	7,1	5,0	8,8	4,5	5,3	-66,9	-29,1	73,8	-49,1	19,5
Tomate	81,7	105,1	108,1	79,1	66,5	38,9	28,6	2,9	-26,8	-16,0
Zapallo	52,6	55,5	55,5	69,0	57,5	-10,0	5,6	0,0	24,3	-16,6
Arveja grano verde	34,5	39,2	40,7	42,0	35,7	15,6	13,8	3,8	3,2	-15,0
Zanahoria	38,4	42,7	42,2	44,5	46,5	-18,3	11,2	-1,1	5,3	4,6
Ajo	9,4	8,7	7,1	7,1	6,8	102,6	-6,8	-18,6	0,2	-4,1
Cebolla	129,6	136,2	127,2	142,0	152,2	-1,9	5,1	-6,6	11,6	7,2
Maíz choclo	117,6	149,7	139,0	128,6	129,9	-3,8	27,3	-7,2	-7,5	1,0

(29).

Fuente: SIEA

TABLA N° 04. Zanahoria por región según variables productivas, diciembre 2015/2016 (30).

Región	Superficie cosechada (ha)				Producción (t)				Rendimiento (kg/ ha)			Precio al productor (S/ / kg)		
	2015	2016P	Var. %	Part. % 2016	2015	2016P	Var. %	Part. % 2016	2015	2016P	Var. %	2015	2016P	Var. %
Nacional	**556**	**428**	**-23,0**	**100,0**	**15 460**	**11 753**	**-24,0**	**100,0**	**27 806**	**27 456**	**-1,3**	**0,6**	**0,7**	**13,8**
Amazonas	14	15	11,3	3,6	173	163	-5,8	1,4	12 573	10 639	-15,4	0,8	1,3	-
Ancash	11	18	63,6	4,2	222	375	68,9	3,2	20 182	20 833	3,2	0,3	0,6	103,2
Apurímac	47	5	-90,5	1,1	386	42	-89,1	0,4	8 169	9 333	-	0,7	1,0	27,2
Arequipa	184	154	-16,3	36,0	8 010	6 479	-19,1	55,1	43 533	42 071	-3,4	0,7	0,7	3,9
Ayacucho	6	11	83,3	2,6	50	87	74,0	0,7	8 333	7 909	-5,1	0,8	0,8	1,7
Cajamarca	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Callao	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Cusco	36	29	-19,4	6,8	485	423	-12,8	3,6	13 472	14 586	8,3	1,0	1,1	1,1
Huancavelica	2	0	-100,0	0,0	25	0	-100,0	0,0	12 500	-	-100,0	1,0	-	-100,0
Huánuco	7	2	-67,9	0,5	191	54	-71,7	0,5	27 286	24 000	-12,0	0,4	0,9	99,7
Ica	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Junín	86	63	-26,7	14,7	2 057	1 488	-27,6	12,7	23 913	23 625	-1,2	0,4	0,5	26,4
La Libertad	0	8	-	1,9	0	160	-	1,4	-	20 000	-	-	0,8	-
Lambayeque	0	4	-	0,9	0	38	-	0,3	-	9 500	-	-	0,9	-
Lima	159	118	-25,8	27,6	3 807	2 419	-36,5	20,6	23 943	20 500	-14,4	0,4	0,6	27,3
Lima Metropolita	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Loreto	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Madre de Dios	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Moquegua	1	1	0,0	0,2	31	24	-19,9	0,2	30 500	24 430	-19,9	0,8	0,6	-25,0
Pasco	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Piura	3	0	-100,0	0,0	24	0	-100,0	0,0	8 000	-	-	0,9	-	-100,0
Puno	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
San Martín	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Tacna	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Tumbes	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Ucayali	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-

Fuente: SIEA

2.3. ALMACENAMIENTO

2.3.1. Cambios químicos durante el almacenamiento

Se producen varios cambios químicos en las zanahorias durante el almacenamiento (31). Durante el almacenamiento los polisacáridos se convierten en azúcares simples y sacarosa (32). La adición de tan sólo un 2,5% de $C0_2$ en la atmósfera de almacenamiento retarda la anterior conversión (34). La dulzura relativa se incrementa ligeramente antes en almacenamiento con atmósfera de aire, pero se reduce si está presente el etileno, incluso cuando los niveles totales de azúcares en ambas atmósferas es comparable (33). El sabor áspero asociado a los terpenoides volátiles no cambia en el almacenamiento con aire, pero aumenta hasta el amargo en zanahorias expuestas al etileno (33). La isocumarina está relacionada con el sabor amargo. El etileno estimula el desarrollo de la síntesis de isocumarina. Un tratamiento anaerobio corto antes del almacenamiento previene la formación de isocumarina (35). Para almacenar zanahorias lavadas en bolsas; selladas de polietileno, la concentración de $C0_2$ debe aumentar y la concentración de 0_2 debe disminuir para retrasar la síntesis de etileno (32). (36) mostraron que en la zanahoria la eugenina y el ácido isoclorogénico se sintetizan junto la isocumarina durante el desarrollo; del sabor amargo. Sin embargo, el papel exacto de cada uno de esos componentes en el sabor; amargo de las zanahorias no está completamente claro.

2.3.2. Preenfriado y preacondicionado

Es esencial un rápido enfriado a 5°C o inferior después de la recolección para extender el período de almacenamiento de las zanahorias (31). Las raíces con un preenfriado defectuoso se pudren más rápidamente. Las zanahorias maduras se pueden almacenar durante 7-9 meses a 0 -1 *°C;* con una humedad relativamente alta del 95-100%. Sin embargo, incluso bajo esas condiciones, el 10-20% pueden mostrar alguna podredumbre después de 7 meses.

El punto más alto de congelación de las zanahorias es de -1,2°C. Un daño severo del tejido después de la congelación produce; roturas en toda la longitud

del producto y ampollas producidas por la formación de cristales de hielo bajo la superficie.

Después de descongelar, se observa una piel oscurecida (marrón oscuro o negra) y húmeda (37). (38) sugirió que un preacondicionado a baja temperatura mejoró la vida útil de las zanahorias almacenadas a 13°C y 90% de humedad relativa. Las zanahorias preacondicionadas mostraron una pérdida de peso significativamente inferior y mantenían un color naranja más brillante que las zanahorias no acondicionadas. El preacondicionado estimula la deposición de suberina en la superficie del peridermo y la lignificación de las capas de células superficiales. Se ha sugerido que esos cambios son posibles mecanismos para la reducción de la pérdida de peso y decoloración de las zanahorias.

2.3.3. Almacenamiento a baja temperatura

Las zanahorias pueden ser almacenadas durante aproximadamente 6 meses en buenas condiciones a una temperatura de 0°C y una humedad relativa del 93-98%. Se deterioran en calidad durante el almacenamiento debido a una lenta pérdida de azúcar por la respiración. La pérdida de azúcar se puede reducir bajo buenas condiciones de almacenamiento y las zanahorias mantendrán una alta calidad durante al menos en 5 meses (37). (39) **recomendaron una temperatura de almacenamiento de 0°C en zanahorias descabezadas o en manojos.**

Las zanahorias en manojos necesitan una humedad relativa ligeramente más alta que las zanahorias descabezadas. La vida de almacenamiento de las últimas es considerablemente más larga (en torno a 20-24 semanas) comparada con la de las zanahorias en manojos (4 semanas). (40) **postraron que la pérdida media de peso por mes de zanahorias almacenadas a granel y en bolsas de plástico a -2°C y 96-100% de humedad relativa fue sólo del 0,49 y 0,24%, respectivamente.**

En ambas condiciones las zanahorias se mantenían firmes y crujientes hasta el final del período de almacenamiento (78 días). Con zanahorias envasadas sueltas, la pérdida de peso durante las 6 semanas iniciales del

período de enfriado supuso el 16% por mes y sufrieron una severa podredumbre; aquellas almacenadas con posterioridad a baja temperatura, sin embargo, se mantuvieron bien durante las restantes 5 semanas con poca pérdida de peso. Las zanahorias almacenadas en bolsas de plástico mantuvieron su calidad en todo el período de almacenamiento.

2.4. ALIMENTOS IV GAMMA

2.4.1. Definición. Se entiende por "IV gama" como el procesado de hortalizas y frutas frescas limpias, troceadas y envasadas para su consumo.

El producto mantiene sus propiedades naturales y frescas, pero con la diferencia que ya viene lavado, troceado y envasado. Tiene una fecha de caducidad alrededor de 7 a 10 días. Pasada esta fecha de caducidad no es recomendable su consumo.

IV Gama envasa alimentos hortícolas en bandejas o bolsas especiales, tras unos estudios rigurosos de calidad y selección. Se caracteriza por el embalaje de una forma muy peculiar. Mezcla en el mismo envase diferentes tipos de hortalizas o bien las selecciona de una forma práctica para un uso más cómodo para el consumidor.

En España "IV gama" fue introducida por los años 80 concretamente en Navarra donde se instaló una fábrica de procesado. Cada vez "IV Gama" ha ido teniendo más importancia en nuestro país, debido al aumento prolongado de vida humana y al poco tiempo dedicado a la cocina, por lo que cada vez estos productos son más demandados, ya que, ofrecen comodidad, ahorro de tiempo y una presentación saludable. Las cadenas de supermercados, restaurantes y el sector de la hostelería son los pioneros en demanda de productos "IV Gama". España es uno de los países europeos de mayor turismo, por consiguiente, el consumo de productos "IV Gama" ahorra tiempo y mano de obra en la cocina del sector hotelero. También van destinados estos productos a cadenas alimenticias de comida rápida como Mac-Donalds o Bocatta (41).

El consumo de frutas y hortalizas en la dieta diaria tienen un efecto muy beneficioso para la salud, no solo son excelente fuente de vitaminas, minerales y fibra, sino que además poseen fotoquímicos que contribuyen a la salud. Estos componentes que se encuentran en las plantas, aunque no se consideran

nutrientes esenciales, proporcionan una importante protección contra las toxinas, el cáncer y otros trastornos comunes del cuerpo. Algunos ejemplos de ellos son el ajo y la cebolla que son ricos en sulfurados y que son muy interesantes para el buen estado del corazón y la prevención del cáncer. Otro aspecto importante es que generalmente no son ricos en calorías y por lo tanto se adecúan a la tendencia actual en cuanto a las dietas (42).

Las instalaciones estándar de "IV Gama" para la elaboración de sus productos comprenden una superficie aproximada de 6.500 m^2 destinada una zona de ésta a la recepción de la materia prima, otra zona al trabajo de selección del producto semi-manual y una tercera zona para el lavado, troceado, mezcla y envasado del producto. Se trabaja siempre con una cadena de frío de 1 a 4°C.

Los productos "IV Gama" deben de sufrir una serie de procesos desde su recolección en el campo hasta llegar a manos del consumidor. Estos procesos son los siguientes:

a) Cosecha de la materia prima.

b) Selección y limpiado

c) Procesamiento.

d) Envasado en bandejas, bolsas y tarrinas.

e) Etiquetado.

f) Almacenamiento en bajas temperaturas.

g) Venta y distribución.

Los vegetales son recolectados una vez que alcanza su estado óptimo de madurez o bien se recolectan con el grado de madurez que exija el fabricante. Una vez recolectadas las verduras se pre-enfrían para que no pierdan su calidad.

La fase de limpieza se realiza con agua clorada para disminuir el ataque microbiano. Posteriormente se cortan con una maquinaria especializada, y se envasan en diferentes recipientes ya sean bolsa de plástico como bandejas en atmósfera modificada que trata de una mezcla de gases que consiste en disminuir la concentración de oxigeno de aire y aumentar la concentración de

otro gas. Por último, el envase se mantiene a una temperatura de refrigeración para evitar la proliferación de microorganismos (42).

Las Hortalizas mínimamente procesadas o de IV Gama son: Papas peladas, y rebanadas, lechugas, coles cortadas en tiras, ensaladas de mezclas, espinacas recortadas, zanahorias baby mondadas, filetes de coliflor, y brócoli, cebollas picadas, en cuadritos, ajos pelados, champiñones rebanados, tomates y pimientos rebanados o picados en cuadritos, verduras para sopas y guisos (43).

2.4.2. Clasificación por gama

Surge claramente que los consumidores quieren productos con cada vez de mayor grado de elaboración, dando lugar a las distintas gamas o clasificaciones de acuerdo al grado de procesamiento. Las hortalizas pueden consumirse en estado fresco (I Gama); en conservas (II Gama); congeladas (III Gama); frescas mínimamente procesadas, conservadas bajo cadena de frío, listas para ser consumidas (IV Gama) y cocidas, mantenidas en cadena de frío (V Gama) (44).

2.4.3. Beneficios e inconvenientes de la IV gama:

El propósito de los alimentos mínimamente procesados refrigerados es proporcionar al consumidor un producto hortícola muy parecido al fresco, con una vida útil prolongada y al mismo tiempo garantizar la seguridad de los mismos, manteniendo una sólida calidad nutritiva y sensorial.

También tienen como ventajas la reducción del espacio durante el transporte y almacenamiento, menor tiempo de preparación de las comidas, calidad uniforme y constante de los productos durante todo el año, posibilidad de inspeccionar la calidad del producto en la recepción y antes del uso y a menudo son más económicos para el usuario debido a la reducción de desperdicios.

Pero, por otro lado, la conservación de los productos mínimamente procesados es crítica debido a los daños físicos ocurridos en los tejidos vegetales durante el proceso. Estos daños aceleran el metabolismo provocando deterioro de características sensoriales deseables, pérdida de nutrientes, así como desarrollo de microorganismos, que llevan a un rápido decaimiento de la calidad y acortamiento de la vida de estante.

Son más caros que el producto a granel, por lo que requieren una gran rotación, una logística muy especializada, y un sector de población con un poder adquisitivo medio (44).

2.5. FRUTAS Y HORTALIZAS REFRIGERADAS MÍNIMAMENTE PROCESADAS

Las frutas y hortalizas refrigeradas mínimamente procesadas (RMP) constituyen, dentro de los alimentos RMP, una clase que se está desarrollando de forma rápida e importante.

Estos alimentos de conveniencia se están produciendo con la única aplicación de las ciencias básicas y la ciencia de los alimentos junto con el apoyo de las tecnologías y de la ingeniería. Las frutas y hortalizas RMP han atraído el interés de muchas facetas de la industria alimentaria, incluyendo áreas tan diversas como fabricantes, almacenistas de productos al por menor (departamentos de productos exquisitos), restaurantes, establecimientos de alimentos para llevar y economatos. Gran parte del trabajo desarrollado en este campo se está llevando a cabo actualmente en Europa Occidental, Japón y EE UU como respuesta a una fuerte demanda por parte del consumidor, tanto individual como institucional, de alimentos de conveniencia, pero de alta calidad y semejantes a los frescos.

El propósito de los alimentos RMP es proporcionar al consumidor un producto frutícola u hortícola muy parecido al fresco con una vida útil prolongada y, al mismo tiempo, garantizar la seguridad de los mismos, manteniendo una sólida calidad nutritiva y sensorial. Las frutas y hortalizas RMP recibieron su impulso inicial por parte de los usuarios institucionales, si bien las peticiones de venta al por menor están progresando y se espera que se incrementen rápidamente.

Un enfoque unificado e inteligente de los alimentos RMP como método/proceso industrial de conservación de alimentos específicos en contraste con el enlatado, congelación o desecación estimularía su desarrollo ya que en cierta medida está aún en su infancia.

Como muestra la FIGURA N° 02, las principales diferencias entre frutas y hortalizas RMP y las frutas y hortalizas frescas están en algún procesado específico y etapas de conservación realizadas con los alimentos RMP.

Los productos hortofrutícolas RMP son normalmente tejidos vivientes que respiran (45), si bien la respiración está muy incrementada por las operaciones de cortado, obtención de rodajas, tratamientos térmicos a bajas temperaturas y adición de conservadores (46).

Clase de conservación	Fresco no conservado	Refrigerado mínimamente procesado	Conservado por el frío	Irradiado	Deshidratado	Conservado por el calor
Calidad del producto	Fresco	Casi fresco	Ligeramente modificado*	Ligeramente modificado*	Ligeramente o totalmente modificado*	Totalmente modificado*
Proceso y método de conservación	Normalmente no requiere procesado o métodos de conservación	Requiere procesado mínimo y métodos de conservación	Requiere procesado y conservación por frío, congelación, refrigeración	Requiere procesado y conservación por irradiación/ pasteurización	Requiere procesado y deshidratación	Requiere procesado y conservación por calor
Almacenamiento vida útil	Puede o puede no estar refrigerado	Requiere temperaturas de refrigeración	Requiere temperaturas de congelación o refrigeración	Requiere refrigeración o puede ser estable a temperaturas ambiente	Normalmente estable a temperaturas ambiente	Estable a temperaturas ambiente
Envasado	Puede o puede no estar envasado	Requiere envasado	Requiere envasado	Requiere envasado	Requiere envasado	Requiere envasado herméticamente cerrado

***Frescura del producto

FIGURA N° 02. Espectro de los sistemas de conservación de alimentos en relación con las frutas y hortalizas refrigeradas mínimamente procesadas (RMP**)** (46).

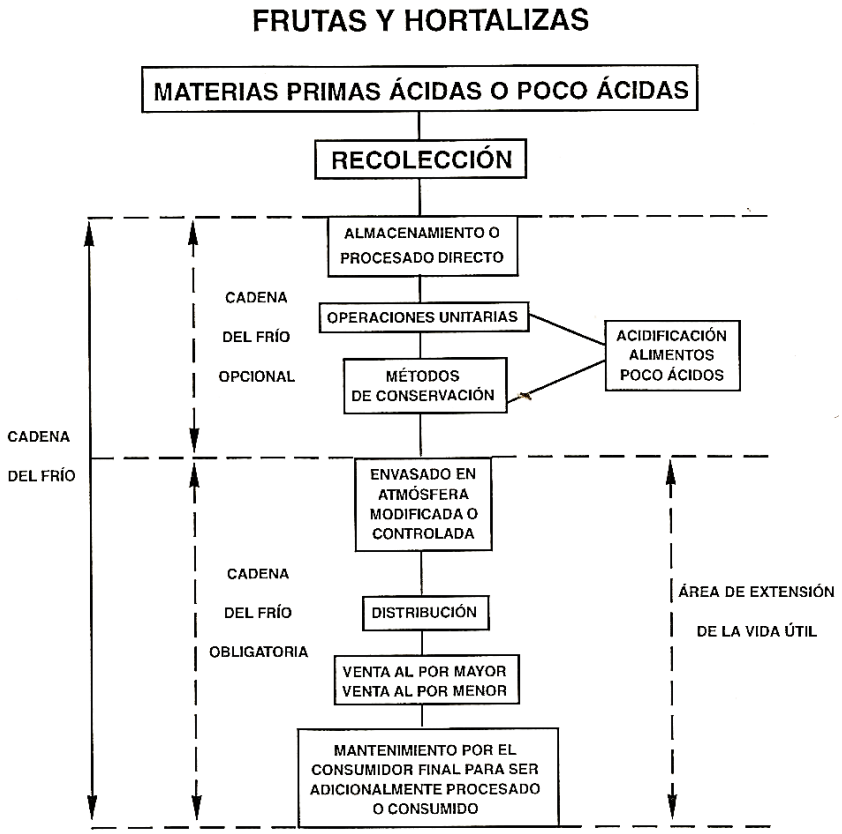

FIGURA N° 03. Esquema general de preparación de frutas y hortalizas refrigeradas mínimamente procesadas**.**

Los alimentos congelados constituyen un grupo de productos clasificados normalmente como alimentos conservados por el frío. Sin embargo, los alimentos RMP no son similares a los congelados ya que estos deben transportarse y almacenarse a temperaturas de -10°C o inferiores mientras que los RMP requieren observar la cadena del frío a temperaturas de refrigeración o ligeramente más alias dependiendo del producto base o de la mezcla de productos de que se trate (47). La calidad global del alimento congelado es diferente del estado de frescura que presenta el alimento RMP. En muchas ocasiones el consumidor puede discernir las diferencias de textura entre el producto congelado y el RMP

Una ventaja importante en el desarrollo y la adecuada clasificación de los alimentos RMP es que sirven de base, como describe (48), para la separación del tradicional campo de conservación por el frío en dos áreas distintas, esto es, alimentos congelados y alimentos refrigerados.

Como señala la FIGURA N° 03, la separación de estas dos áreas simplificaría mucho la clasificación de alimento congelado/alimento refrigerado colocando juntos todos los alimentos congelados por una parte y en la otra (categoría de refrigerados) todos los alimentos refrigerados. No hay duda de que estos alimentos refrigerados, al igual que otros alimentos conservados por otros métodos, deberían subclasificarse en las áreas de los alimentos preparados y de conveniencia. Una diferencia evidente entre frutas y hortalizas RMP y muchos otros alimentos refrigerados es el denominado concepto de «tejido viviente» en el que deben considerarse, en igualdad de condiciones, ciertos tipos de frutas y hortalizas RMP. Existe la necesidad de adaptar y organizar la información actual, generada durante muchos años de investigación en ciencia y tecnología de los alimentos, para que pueda ser aplicada a los alimentos RMP. Pero, además, hay gran interés en investigar los alimentos RMP para hacerlos comparables a los métodos de conservación normalmente más utilizados para que de esta forma muchas industrias procesadoras sean nombradas comercialmente.

La industria alimentaria parece estar interesada en la creación de una gran familia de alimentos RMP que ofrezca una competitividad creciente. Lo que requeriría un volumen suficientemente grande para cubrir los diferentes tipos de productos alimenticios que pudieran utilizar las tecnologías y los sistemas de empaquetado que requieren los alimentos RMP. Esta próspera área de la ciencia de los alimentos requiere de los conocimientos técnicos de los horticultores, fisiólogos y patólogos de plantas, bioquímicos, biotecnólogos, microbiólogos, científicos e ingenieros de los alimentos y expertos en envasado por citar sólo algunas especialidades. Se precisará un esfuerzo verdaderamente interdisciplinario para comercializar frutas y hortalizas RMP con una vida útil, manteniendo una alta calidad, prolongada más allá de 8-10 días, que resulta normalmente suficiente para el comercio al por menor en Europa. Si bien las frutas y hortalizas RMP probablemente requerirán una vida útil mínima de 21 días para completar satisfactoriamente los mercados de E.E.U.U (49). Este autor probablemente se esté refiriendo a los requerimientos de distribución nacional de productos de una determinada marca, y no a las operaciones regionales.

2.6. DEFINICIONES DE FRUTAS Y HORTALIZAS RMP

Ha habido un gran número de artículos que han definido el procesado mínimo. Por ejemplo, (45) sugieren que el procesado mínimo «incluya todas las operaciones (lavado, clasificación, pelado, cortado en rodajas, etc.) que puedan hacerse antes del blanqueado en una línea "de procesado convencional», considerando a todos estos productos como tejidos vivientes.

Un enfoque ligeramente diferente ha sido considerado (50), que opinan que el «producto mínimamente procesado es fresco y las células de los tejidos están vivas, pero no se exige que cumplan estas características». En un reciente simposio de la American Chemical Society no hubo acuerdo en las definiciones de las frutas y hortalizas procesadas mínimamente (51). (52) por ejemplo, llamó, en el simposio, a estos productos «frutas y hortalizas troceadas que están ligeramente procesadas».

Generalmente se supone que las frutas y hortalizas RMP son productos que contienen tejidos vivos o que han sido sólo modificados ligeramente de su estado fresco, siendo en su naturaleza y calidad semejantes a los frescos. Los tejidos de estos productos no exhiben las mismas respuestas fisiológicas que los tejidos vivos intactos de los productos vegetales sin tratar. Así el troceado, la abrasión o el calentamiento mínimo de estos tejidos pueden originar respuestas ampliamente diferentes en distintas situaciones ambientales y de empaquetado. Sin embargo, algunas frutas y hortalizas que no muestran actividad fisiológica o lo hacen a muy bajo nivel serían también incluidas en la categoría de RMP.

Las frutas y hortalizas RMP (53) se definen como las preparadas mediante una única o varias operaciones unitarias apropiadas tales como pelado, cortado en rodajas, fragmentación, obtención de zumo, etc., asociada a un parcial tratamiento de conservación no definitivo que puede incluir el uso de calentamiento mínimo, un conservador o radiación. La conservación o la tecnología de obstáculos puede incluir control del pH, antioxidantes, inmersión en agua clorada o una combinación de estos u otros tratamientos. En estos casos es importante aprovechar el sinergismo de todos los tratamientos de conservación.

La preparación inicial y los tratamientos de conservación se continúan normalmente con alguna forma de atmósfera controlada/modificada, envasado al vacío y el sometimiento a temperaturas reducidas, por encima del punto de congelación, durante el almacenamiento, distribución, comercialización y preparación justo antes del consumo.

En consecuencia, estos productos, tanto por seguridad como para una mejor retención de la calidad sensorial y nutritiva, deben distribuirse observando la cadena del frío.

2.7. DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

2.7.1. Definición. La deshidratación osmótica (DO) es una alternativa de interés como método de conservación y concentración de sólidos en frutas o verduras, carnes, productos marinos en cortes específicos trozos, en una solución hipertónica compuesta por azúcares, NaCI, es un proceso no térmico (54).
La deshidratación osmótica (DO) consiste en la inmersión de un alimento sólido, entero o en piezas, en soluciones acuosas de alta concentración en solutos (hipertónica) a un tiempo y temperaturas específicos. Las membranas de los alimentos son semipermeables por lo cual esta técnica provoca al menos dos flujos principales simultáneos en contracorriente. Un importante flujo de agua del interior de la fruta, pescados etc. hacia el exterior, para tratar de equilibrar el potencial químico del agua a ambos lados de dichas membranas. Simultáneamente se presenta, en menor cantidad, la entrada de soluto desde la parte externa hacia el interior del producto a deshidratar (55).

La DO, es un método que, reduciendo hasta un 80% del agua original de los alimentos, permite obtener productos de humedad intermedia, con una buena calidad organoléptica.

La solución osmótica que se usa para deshidratar el producto debe ser rica en solutos que depriman la actividad de agua del mismo, y que genere una diferencia de presión osmótica entre el producto a deshidratar y la solución (56).

Los solutos que normalmente se utilizan en las soluciones osmóticas, son de bajo costo, tales como sacarosa, glucosa, fructosa, cloruro de sodio, glicerol,

sorbitol y combinaciones de estos, presentando efecto sinérgico, como es el caso de la mezcla sacarosa-cloruro de sodio (57).

Generalmente, las soluciones de sacarosa son usadas para frutas y las soluciones de cloruro de sodio para vegetales y pescados (58).

Existen estudios de las principales variables que producen efecto sobre la deshidratación osmótica, específicamente sobre la cinética de transferencia de materia, entre ellas destacan las propias del producto como composición, tamaño, forma, presencia de piel, pre tratamientos previos, y de la solución osmótica como temperatura, concentración, naturaleza del agente osmótico, presión de trabajo, razón alimento-solución, tiempo y agitación (59).

La deshidratación osmótica (DO) es una técnica que es aplicada a productos hortofrutícolas permiten reducir su contenido de humedad (hasta un 50 - 60 % en la base húmeda) e incrementar el contenido de sólidos solubles (54).

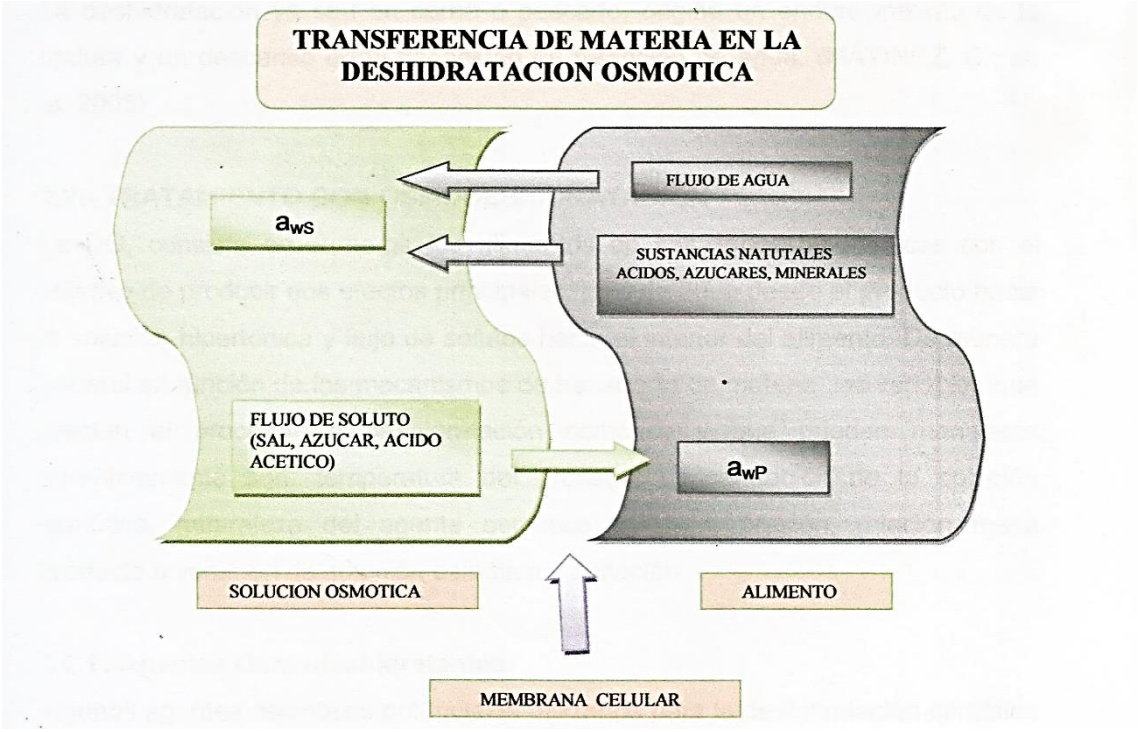

FIGURA N° 04. Transferencia de Materia en la Deshidratación Osmótica (60) (61).

La Deshidratación osmótica (DO), consiste en la extracción de agua de un producto que es sumergido en una solución hipertónica por un tiempo controlado y a temperatura específicos controlados. Esta extracción se debe a la fuerza impulsora que se crea por la alta presión osmótica (o baja actividad de agua) de la solución o por el gradiente de concentración entre la solución osmótica (S.O) y el sólido a deshidratar alimento (54).

En la (DO) el producto es puesto en contacto con una solución concentrada de sales y/o azúcares, estableciéndose una doble transferencia de materia agua desde el producto hacia la solución junto con sustancias naturales (azúcares, vitaminas, pigmentos y sustancias minerales) y, en sentido opuesto, solutos de la Solución hacia el alimento. En consecuencia, el producto pierde agua (WL), gana sólidos solubles (SG) y reduce su volumen (VR) (62).

2.7.2. Efectos de la deshidratación

La deshidratación ya sea en carne o pescado, origina un endurecimiento de la textura y un descenso de la capacidad de retención de agua (63).

2.7.3. Tratamiento con osmodeshidratación

La DO, consiste en sumergir los alimentos en soluciones hipertónicas con el objetivo de producir dos efectos principales: flujo de agua desde el producto hacia la solución hipertónica y flujo de solutos hacia el interior del alimento. De manera general en función de los mecanismos de transporte de materia, las variables que afectan el proceso de deshidratación osmótica y que pueden manejarse operativamente son: temperatura del proceso, concentración de la solución osmótica, naturaleza del agente osmótico utilizado, presión, relación masa producto a volumen de solución osmótica y agitación.

2.7.4. Agentes osmodeshidratantes

Algunos agentes osmóticos potenciales utilizados para la deshidratación osmótica de los alimentos son: sacarosa, glucosa, fructosa, miel, glicerol, jarabe de maíz, melaza, sorbitol, maltosa, lactulosa, Cloruro de sodio NaCl (Sal).

2.7.5. Cloruro de sodio (NaCl)

Cuando se utiliza el cloruro de sodio (sal) en proporciones de peso diferentes se observa que a medida que aumenta la proporción de sal en la mezcla, disminuye la máxima pérdida de agua (WL) y que incluso ésta se produce en un punto intermedio durante el desarrollo de la experiencia (tiempo disminuye a medida que aumenta la concentración de sal). La ganancia de agua que ocurre posteriormente, se explica por la entrada de solución osmótica a la matriz del vegetal, pescados etc. Esto no ocurre en el caso de la ganancia de solutos, que aumenta continuamente.

Actualmente se han desarrollado dos grandes modelos para el estudio y control de la deshidratación osmótica de vegetales el fenomenológico y la microscópica estructura (64).

2.7.6. Modelo fenomenológico

No involucra el manejo de variables fisicoquímicas y es más bien de carácter macroscópico, relacionando WL, SG y VR con las condiciones operativas, mediante relaciones simples que tienen una validez limitada, pero con resultados muy aproximados en las condiciones operativas y desviaciones despreciables. Este modelo ha sido desarrollado por (65) en las relaciones entre las variables macroscópicas:

$L = K_w (t)1/2$

$SG = K_s(t)1/2$

K_w y K_s son constantes fenomenológicas dependientes principalmente de la composición.

2.7.6.1. Pérdida de agua:

Por la diferencia de humedad inicial del producto y la tomada inmediatamente después de retirar la muestra de inmersión en cada uno de los tiempos determinados para el proceso.

$$WL = \frac{W_0 - (W_t - W_s)}{W_0} x100 \ldots (1)$$

2.7.6.2. Ganancia de sólidos:

Por la diferencia de sólidos solubles iniciales del producto y los tomados inmediatamente después de retirar la muestra de inmersión en cada uno de los tiempos determinados para el proceso.

$$SG = \frac{(W_s - W_{so})}{W_0} x100 \ \ldots(2)$$

Dónde: el W_0, W_{so} es la masa inicial de agua, masa inicial de sólidos de la muestra; W_S masa total de sólidos. W_t masa del producto.

2.8. PRODUCTOS MÍNIMAMENTE PROCESADOS.

Según (66) las frutas y hortalizas mínimamente procesadas (PMP), se definen como las preparadas mediante una única o varias operaciones unitarias apropiado, tales como pelado, cortado, en rodajas fragmentación, obtención de zumos, etc., asociado a un parcial tratamiento de conservación, que puede incluir un calentamiento mínimo, un conservador o radiación. Son los productos conocidos como productos de la cuarta gama.

2.9. TRANSFERENCIA DE MASA

2.9.1. Cinética en la deshidratación osmótica

En la deshidratación osmótica a presión atmosférica se presentan tres fenómenos físicos simultáneos: fenómeno de osmosis, fenómeno de difusión y fenómeno que tiene en cuenta la tensión superficial y la capilaridad. Los dos primeros fenómenos se estudian aplicando la 1ra y 2da ley de Fick (ecuación. 4 y 5) y la tercera se basa en la Ley de Young-Laplace (ecuación 6).

2.9.2. El fenómeno de ósmosis

Es aquel que se produce por la transferencia del agua presente en el alimento dado que contienen solutos en solución diluida que se realiza a través de su estructura celular quien actúa, al menos aproximadamente como una membrana semipermeable.La presión osmótica de la disolución, mayor que de la interior de la célula del alimento, da lugar a una transferencia de agua desde el interior del alimento hacia la disolución concentrada (67) limitando el paso de los solutos que por lo general se queda localizado en una capa superficial (68) (69) (70) (71) (72) (73).

2.9.3. El fenómeno de difusión.

Se da por la transferencia de agua y solutos entre la solución concentrada y el alimento, a través del líquido presente en los poros del mismo (74) (75) (76).

Los modelos matemáticos desarrollados a partir de las leyes de Fick y otros modelos semi empíricos tienen que conocer los mecanismos que intervienen en la transferencia de materia, sin embargo, en la ingeniería de alimentos nos encontramos a veces en situaciones en que no se reconoce exactamente los mecanismos que contribuyan a la transferencia de masa. En general la transferencia de masa responde a la siguiente. Ecuación general. (3):

$$\text{Velocidad de un proceso de transferencia} = \frac{\text{Fuerza impulsadora}}{\text{Resistencia}} \ldots (3)$$

Primera Ley de Fick:

$$Jz = -Di\frac{dCi}{dz} \qquad \ldots (4)$$

Segunda Ley de Fick:

$$\frac{\partial Ci}{\partial x} = Di\frac{\partial^2 Ci}{\partial x^2} \quad \ldots (5)$$

J_z = velocidad de flujo en la dirección " z " (kg/ s-m^2)

(-) = indica que el flujo de materia se produce en el sentido de las concentraciones decrecientes

Di = Difusividad del componente i (m^2/s)

Ci =Concentración del componente i (kg/ m^3)

z,x =Coordenada espacial normal o distancia de la difusión (m)

2.9.4. El fenómeno debido a la tensión superficial /capilaridad

Se produce por la microestructura porosa del alimento. Estos poros pueden estar parcialmente llenos de líquido o gas intercelular situados en el tejido muscular. Las fuerzas de cohesión y adhesión del líquido - sólido explican la tensión superficial y la capilaridad, así como también la tendencia al equilibrio de las presiones que presentan tanto el líquido como el gas oclouido.

El fenómeno es explicado aplicando la Ley de Young-Laplace ecuación. (6):

$$Pc = \frac{\delta\sigma}{D^2} \quad \ldots(6)$$

Dónde:

Pc = Presión capilar (N/m^2).

σ = Tensión superficial (N/m).

D = Diámetro del poro (m).

El cuarto fenómeno se da cuando al proceso de deshidratación osmótica se somete a presiones sub atmosféricas, operación que provoca una diferencia de presión dada por las fuerzas capilares que se presenta durante los cambios de presión externa en el sistema.

En este caso interviene el mecanismo hidrodinámico (HDM) (77) (78).

Este fenómeno es explicado por la ecuación (7) modelada por (77).

$$X = \epsilon_e \, Xv \quad \ldots(7)$$

Dónde:

X = Fracción volumétrica del líquido que ha penetrado (m^3)

ϵ_e =Porosidad efectiva

Xv = Fracción volumétrica del poro ocupado por el líquido (m^3)

2.9.5. La difusividad efectiva en los alimentos y la ley de Fick

La difusividad efectiva, De es una propiedad de transporte muy útil para el diseño y optimización de todos los procesos en los que el movimiento interno de agua esté involucrado, sin embargo, los datos experimentales de De en alimentos que pueden encontrarse publicados son escasos, debido a los distintos métodos.

El mecanismo de transferencia de agua que sufren los alimentos en los distintos procesos de la industria alimentaría ha sido y será un tema complejo por los numerosos fenómenos de transporte que se dan.

Se considera a menudo un mecanismo difusional, a pesar de los diferentes mecanismos que intervienen en un proceso de transferencia de masa y la velocidad de transferencia de agua se describe sobre la base de una difusividad efectiva (De) sea cual sea el mecanismo que realmente interviene en el movimiento del agua, el cual es una aproximación práctica para describir los cambios de humedad durante los procesos de deshidratación.

En muchos casos la difusividad efectiva como una propiedad de transporte a utilizar en el diseño y optimización de los datos de proceso se interpreta como un suceso de transferencia de materia que tiene lugar en la fase líquida del alimento (79) (80) (81).

y que por tanto responde a gradiente de concentración de dicha fase; para ello se considera al alimento como un sólido formado por agua (w) sólidos solubles (s) y sólidos insolubles (si) que constituyen la matriz sólida permanente (79).

La ley de fick se aplica bajo una serie de asunciones: como por ejemplo que el alimento es unidimensional, que tiene una humedad inicial uniforme. Teniendo en cuenta las distintas condiciones iniciales y de contorno, considerando el coeficiente de difusión (D) constante y según sea la forma geométrica del alimento se pueden obtener distintas soluciones generales de la ecuación de fick (82).

2.9.5.1. Para una lámina plana:

Considerando una difusión unidimensional en una lámina fina de tal manera que la sustancia difúndete penetre a través de las caras paralelas y sea despreciable la cantidad que difunde a través de los bordes laterales.

A demás suponiendo que la lámina esté a una concentración inicial uniforme C_0 y su superficie u entorne esté a una concentración constante C_1 la solución de la ecuación de Fick, según (82) será:

$$\frac{M_t}{M_\infty} = \frac{C - C_0}{C_1 - C_0} = 1 - \sum_{n=0}^{\infty} \frac{8}{(2n+1)^2.\pi^2} \exp\left\{-D(2n+1)^2 \frac{t\pi^2}{4l^2}\right\} \quad \dots (8)$$

Dónde:

M_t = La cantidad de sustancia que entra por difusión en la lámina en un tiempo t.

M_∞=Es la cantidad de sustancia que entraría por difusión si se dejara el tiempo suficiente para que se alcanzara el equilibrio.

C = Concentración final de la lámina a un tiempo (t) de proceso.

Cuando los tiempos son suficientemente largos, la serie converge muy rápidamente y puede utilizarse solo el primer término de la ecuación 8. Cuando los tiempos de proceso son más cortos se tiene en cuenta más términos de la serie o utilizar las soluciones correspondientes para tiempos cortos indicándose en la ecuación:

$$\frac{\mathrm{M_t}}{\mathrm{M_\infty}} = 2\left(\frac{Dt}{l^2}\right)^{\frac{1}{2}} = \left\{\pi^{\frac{1}{2}} + 2\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n ierfc\,\frac{nl}{\sqrt{(Dt)}}\right\} \quad \ldots(9)$$

No obstante, la aplicación de estas ecuaciones a sistemas de estructura compleja no isotrópica, como las frutas, los convierte en ecuaciones empíricas, debido a que no se cumple las condiciones de entorno en que se deducen las ecuaciones Ficktidianas integradas (83).

2.9.6. Difusividad de agua en alimentos

La transferencia de agua en alimentos es un tema de considerable importancia en la industria alimentaria y los mecanismos de transporte de agua son numerosos y complejos. Normalmente los fenómenos de transporte se clasifican en atención a las fuerzas impulsadoras que los provocan: difusión térmica, difusión por diferencia de presión (osmótica, capilar o presiones impuestas al sistema), o difusión molecular simple cuando tiene lugar cuando existen gradientes de concentración y las sustancias se transfieren de una región a otra del alimento impulsadoras por el movimiento aleatorio de las moléculas. Cuando se aplica la ley de Fick habitualmente se asume que el alimento es unidimensional, que tiene una humedad inicial uniforme o al menos se fuerzan las condiciones experimentales para que así.

Puedan obtenerse soluciones generales de la ecuación de difusión para distintas condiciones iniciales y de contorno considerando el coeficiente de difusión (D) constante, y según sea la geometría del producto (90).

2.9.7. Casos de proceso de deshidratación osmótica en tejidos de los alimentos

La FIGURA N° 05 ilustra una trayectoria típica En un proceso continuo de deshidratación osmótica, en donde existen etapas principales (85).

Durante las primeras horas, la perdida de agua provoca fuerte deformamiento (pérdida de masa y volumen y encogimiento) y algunas veces endurecimiento superficial hasta que la actividad de agua y los solutos alcances valores iguales a los de la solución osmótica. Después de pseudos equilibrio, la masa y volumen de la muestra vuelve a aumentar. El estrés mecánico almacenado en la matriz del alimento durante el secado debido al encogimiento, se libera como exudación, este fenómeno produce gradiente de presión en la matriz del alimento, lo que promueve el flujo del líquido externo dentro de la estructura, esta transferencia de masa se produce por el (Mecanismos Hidrodinámico) HDM A través de los espacios y algunas veces dentro de la pared celular.

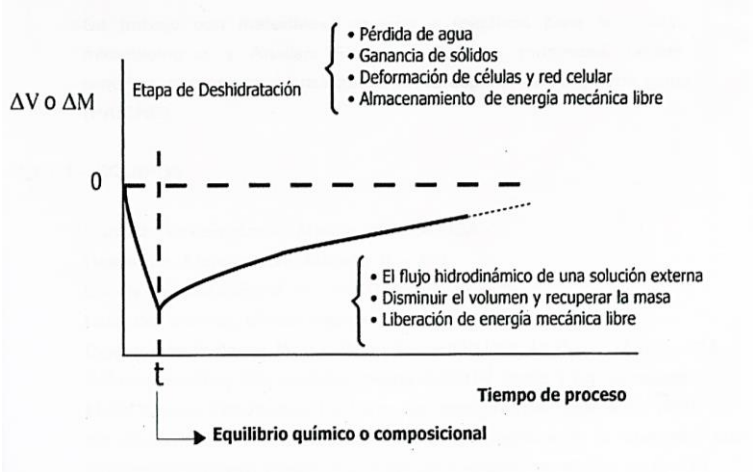

FIGURA N° 05. Trayectoria típica en un proceso de deshidratación osmótica continuo.

Fuente: info@mundoalimentario.com

CAPITULO III. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación de fin de carrera se realizó en las instalaciones de la Planta Piloto de la Facultad de Industrias Alimentaria - Universidad Nacional de la Amazonia Peruana utilizando los laboratorios de Análisis físico químico, Microbiología de los Alimentos, Control de Calidad y Evaluación Sensorial de Alimentos localizado en la calle Freyre N° 610, ubicado el distrito de Iquitos, Provincia de Maynas, Región Loreto.

3.1. EQUIPOS E INSTALACIONES, MATERIALES Y REACTIVOS

Los materiales, equipos utilizados en la elaboración de un producto de IV gama a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) son:

3.1.1. Equipos

- Estufa de incubación a 37 - 45 °C- Marca Selecta.
- Extractor Soxhlet, Marca: Fisatom, Modelo 502/2, 5 extractores.
- Digestor de Proteína, Marca: Buchí Digestión Unit, Modelo: Tipo K – 424.
- Balanza analítica con medición desde 0.0001 g. hasta 1 Kg.Sartoriuss.
- Mufla, Marca: Thermolyne Furnace, con temperatura máxima de 1400 °C.
- Equipo para Cortado de frutas y hortalizas.
- Cámara de conservación de frutas y hortalizas.
- Equipo de escaldado de verduras y hortalizas – IMACO.

3.1.2. Materiales

- Cucharas de acero inoxidable.
- Gradillas.
- Matraces.
- Mechero de bunsén.
- Pinzas.
- Pipetas bacteriológicas de 1,5 y 10 ml.
- Papel toalla.
- Placas Petri.
- Probetas.
- Frascos estériles para la muestra de 90 ml.
- Tubos de 150 x 15mm.
- Asa bacteriológica o de inoculación.

3.1.3. Cultivos y reactivos

- Agua peptonada.
- Buffer 7,0 y 4,0.
- Ácido sulfúrico concentrado.
- Hidróxido de sodio al 0.1 N y 0.2 N.
- Agar Endo y VRBA.
- Agar Mac konkey.
- Agra Plate count.
- Solución roja de metilo.
- Reactivo para Voger Proskaver.
- Sulfato de potasio.
- Sulfato de cobre.
- Ácido bórico.
- Hexano.
- Nitrato de plata.
- Caldo laurel sulfato.
- Caldo brilla.
- Caldo lactosa.

3.1.4. Equipos de planta:

- Deshidratador osmótico de 18 litros a nivel de laboratorio Hecho in Iquitos-Perú.
- Refractómetro Salinómetro MODELO RHS-10 ATC-PORTATIL: 0 -100PPG.
- Balanza digital de 0 - 500gr Marca Sartorius.
- Hilos de todos los colores.
- Calibrador pie de rey.
- Tablas de picar de polipropileno para cortar.
- Rotulador y Stikers.

3.1.5. Insumos

- Cloruro de Sodio (NaCl)
- Agua tratada
- Hielo

3.1.6. Empaques.

- Placstic Wrap profesional plastic food wrap film de baja densidad 2mm para uso en la industria alimentaria.

- Poliestireno.

3.2. MATERIA PRIMA

La materia prima utilizada fue *Daucus carota* (ZANAHORIA), de variedad CHANTENAY, adquiridos en el supermercado “La Cadena” ubicado en calle Sargentos Lores 477, distrito de Iquitos, Provincia de Maynas, Región Loreto. La materia prima es proveniente del mercado de mayorista de la ciudad de Lima (capital del Perú).

3.3. METODOS

3.3.1. El método científico experimental.

Se aplicó el método científico, para obtener un producto mínimamente procesado a partir de la especie *Daucus carota* (ZANAHORIA).

3.3.2. Diseño para el estudio cinético

Se aplica el método científico experimental con un (DCA) que consta de un diseño factorial de 3^2 con 3 repeticiones cada uno, es decir con tres factores de estudio cada uno con tres niveles, esto para desarrollar el estudio cinético en esto factores tanto en la perdida de agua como en la ganancia de cloruro de sodio, es decir el cual dé a conocer cinéticamente el mejor tratamiento, en relación a su mejor comportamiento cinético en la obtención de un producto mínimamente procesado de calidad a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA).

TABLA N° 05. Diseño estadístico completo, en la obtención de un producto mínimamente procesado de calidad a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA).

		F1 =TEMPERATURA (°C)		
		25	30	35
F2 = TIEMPO (min)	2	T_1	T_2	T_7
	4	T_3	T_4	T_8
	6	T_5	T_6	T_9

3.3.3. Método para la obtención del espesor ideal de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) y concentración de NaCl para la solución osmótica.

Se aplica un (DCA) que consta de un diseño factorial de 2x2, es decir con dos factores de estudio cada uno con dos niveles, esto para determinar el espesor ideal y la concentración de NaCl para la solución osmótica a una temperatura

de 25°C en la obtención de un producto mínimamente procesado de calidad a partir de Daucus carota (ZANAHORIA).

TABLA N° 06. Diseño Estadístico, para la obtención del espesor ideal de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA), y la mejor concentración de NaCl de la solución osmótica.

		F1 = ESPESOR (MM)	
		5	10
F2 = CONCENTRACIÓN %	10	T1	T3
	15	T2	T4

3.3.4. Método de preparación de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA)

Para la obtención de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA), se utiliza una rebanadora de hortalizas de acero inoxidable, diseñado para este trabajo, cada rebanado tiene un espesor de 5mm. Posterior a ello se realiza el proceso de pre cocción.

FIGURA N° 06. Equipo para cortado de frutas y hortalizas.

TABLA N° 07. Diseño estadístico en el pre cocido de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA).

Tº de vapor constante	F1 =tiempo de Pre cocción (minutos)		
95ºC K	t_1	t_2	t_3
	5	10	15

FIGURA N° 07. Equipo de escaldado de frutas y hortalizas**.**

3.3.5. Metodología de obtención de un producto de 4ta gama a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA).

Obtenido la materia prima, se lleva al proceso de obtención de un producto de 4ta gama, para ello se pesa la materia prima, evaluamos sus características de calidad, se lava y se desinfecta a 20ppm por 15min en inmersión.

Luego se enjuaga con agua tratada y se realiza el secado u oreo, luego se realiza el pelado químico que consiste en poner en inmersión a la zanahoria en una solución de NaOH al 3% a una temperatura de 95°C por 90 segundos, se saca los rebanados de la solución se le pasa manualmente paños fríos para separar la piel.

Una vez pelada la zanahoria se procede al cortado que consiste en obtener rebanados de 5mm homogéneamente con un cortador de acero inoxidable (ver Figura N° 07) diseñado para esta investigación, procedemos a poner en un equipo de escaldado (ver Figura N° 08) a los rebanados trabajando a una temperatura de 95°C por un tiempo de 5min.

Una vez escaldado los rebanados se pasan al D.O en donde los rebanados tienen que estar en inmersión durante 120, 240 y 360 segundos a 25, 30 y 35°C según el tratamiento aplicado.

Se separa del deshidratador y se secan los rebanados, se empaca en poliestireno de uso alimentario cuidando de tener 250gr, se cubre con láminas film (Placstic Wrap profesional plastic food wrap film de baja densidad 2mm) y se

almacena en refrigeración en una cámara de conservación de frutas y hortalizas (ver Figura N° 09) a una temperatura de 5°C**.**

3.3.6. Método de control de almacenamiento de un producto mínimamente procesado a partir de *Daucus Carota* (ZANAHORIA)

Se realiza separando las muestras de la cámara de refrigeración para el control correspondiente de vitamina “A”, control de los atributos sensoriales de color, textura, olor, durante 15 días, muestreando cada 3 días de almacenamiento de 5°C.

FIGURA N° 08. Cámara de conservación de frutas y hortalizas.

3.3.7. Método de estudio cinético de transferencia de masa en *Daucus carota* (ZANAHORIA)

El estudio cinético se realiza en el deshidratador osmótico de frutas y hortalizas, de la FIA UNAP, el cual tiene una capacidad para 20 litros de solución osmótica. La operación consiste en colocar los rebanados codificados con hilos de diferentes colores en un porta muestras y se lleva al deshidratador osmótico (ver Figura N° 10) el cual contiene una solución osmótica al 10 % de concentración de cloruro de sodio y se deja en Inmersión, al tiempo planificado en el diseño experimental. Las muestras de rebanados se sacaron del deshidratador a los 60, 120, 180, 240, 300 y 360 segundos, para el análisis correspondiente de pérdida de agua, ganancia de solidos solubles y pérdida de masa.

La temperatura planteada a realizar en el estudio cinético es de 25, 30 y 35°C de temperatura a un caudal de 1.2 m^3 /hr.

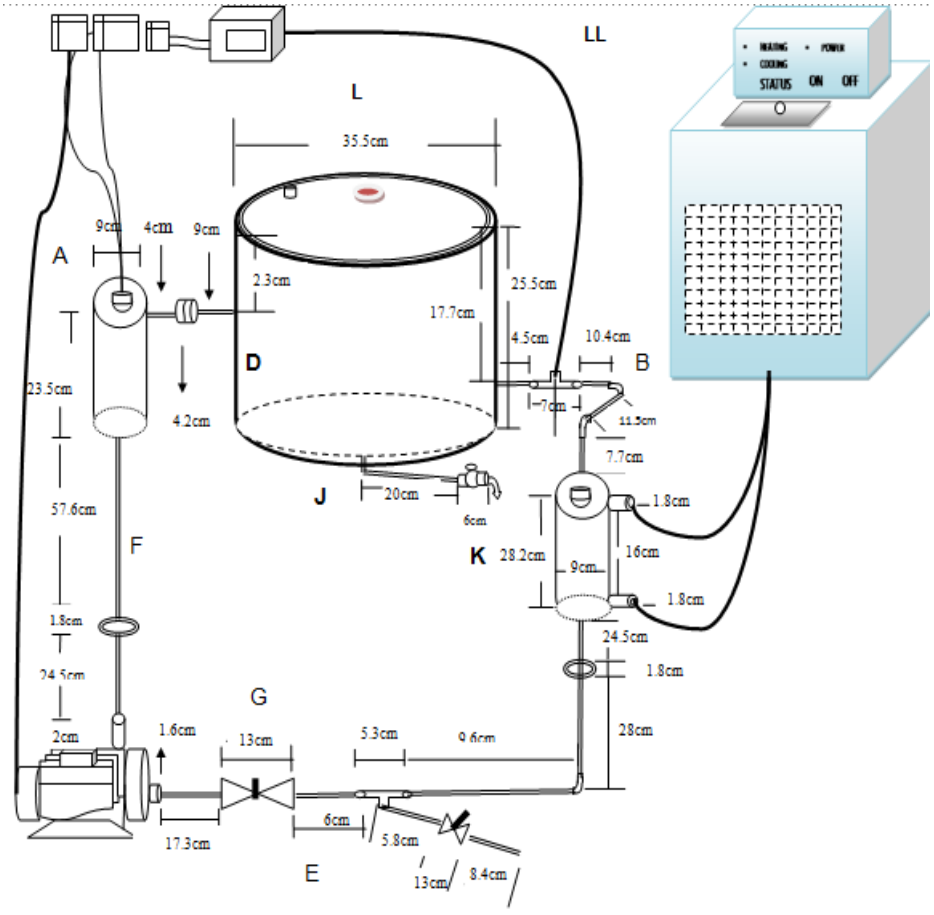

FIGURA N° 09. Deshidratador Osmótico de Frutas y Hortalizas.

3.3.8. Análisis físico – químico

3.3.8.1. Determinación de pH

Se introduce el electrodo del potenciómetro, la cual previamente ha sido calibrada con Buffer 7 y 4, para posteriormente prender la máquina y espera la estabilización de la lectura en la pantalla digital.

3.3.8.2. Determinación de acidez titulable

Se pesa 10g de la muestra y diluir con aprox. 250ml de agua destilada. Se toma 100ml de la solución y añadir 3 gotas de indicador fenolftaleína. Se titula con NaOH 01N hasta una coloración rosada. Se realiza el cálculo con la siguiente formula:

$$\%\text{NaOH} = \frac{\text{V x } 0.070 \text{ x N}}{\text{w}} \text{x } 100 \ldots (10)$$

Dónde:

V = ml de la solución de NaOH.

N = normalidad exacta de NaOH.

W = peso de la muestra (86).

3.3.8.3. Determinación de humedad

Se determina la humedad de la materia prima y del producto por diferencia de peso según el método de estufa.

- Pesar por triplicado 5g de muestra triturada en una capsula de porcelana previamente desecada.
- Colocar la muestra a la estufa a una temperatura de 105°C, durante 5 horas.
- Retirar la cápsula, enfriar en la campana de desecación y pesar.
- Calcular el porcentaje de humedad utilizando la siguiente formula:

$$\%\ \mathrm{HUMEDAD} = \frac{(\mathrm{a} - \mathrm{b})}{\mathrm{c}} x100 \ldots (11)$$

Dónde:

a = Peso de la capsula con la muestra húmeda.

b = Peso de la capsula con la muestra seca.

c = Peso de la muestra tomada (86).

3.3.8.4. Determinación de cenizas

Se determina las cenizas de la materia prima y del producto por diferencia de peso según el método de calcinación.

- Pesar 2 - 5g de muestra en una cápsula de porcelana por triplicado.
- Colocarlas cápsulas en la mufla durante 6 horas a una temperatura de 550 - 600°C.
- Colocar las cápsulas en una campana de desecación, dejar enfriar y después pesar.
- Calcular el porcentaje de ceniza con la siguiente formula:

$$\%\ \mathrm{CENIZA} = \frac{\mathrm{W_2} - \mathrm{W_1}}{\mathrm{W_3}} x100 \ldots (12)$$

Dónde:

W_1 = Peso de la cápsula.

W_2 = Peso de la cápsula con ceniza.

W_3 = Peso de la muestra (86).

3.3.8.5. Determinación de grasas

Se determina las grasas del producto por diferencia de peso según el método de Soxhlet.

- Pesar 5g de muestra previamente desecada en papel filtro y armar el cartucho, colocando en el centro del extractor Soxhlet.
- Secar un balón en la campana de desecación, pesar y adaptar en le extractor. Colocar en el balón 200ml de hexano, extraer a reflujo durante 5 horas.
- Transcurrido el tiempo, destilar la mezcla de hexano, colocar el balón y su contenido en una estufa a 95°C, enfriar por espacio de 3 horas. En una campana de desecación enfriar el balón y su contenido, luego pesar.
- El porcentaje de grasa se calcula mediante la siguiente formula:

$$\%\ \text{GRASA} = \frac{(\text{a} - \text{b})}{\text{c}} x100 \ldots (13)$$

Dónde:

a = Peso del balón con grasa.

b = Peso del balón vacío.

c = Peso de la muestra (86).

3.3.8.6. Determinación de proteína

Se determina las proteínas del producto por diferencia de peso según el método Kjeldhal.

Digestión

- Pesar 0.15 a 0.25g de muestra en un matraz de digestión.
- Pesar el catalizador (1.5g de sulfato de potasio + 0.05g de sulfato de cobre) y 3.5ml de H2SO4 concentrado.
- Conectar el sistema y se digiere por ebullición vigorosa hasta que el contenido del balón muestre transparencia y de un color ligeramente azul – verdoso (continuar la digestión por 45min más) el tiempo total de digestión no debe ser menor a dos horas. Se termina la digestión cuando el contenido del balón está completamente cristalino.

Destilación

- Se adiciona al tubo de digestión d100ml de hidróxido de sodio (NaOH) al 8% y 75ml de agua destilada.
- El producto destilado es recibido en un matraz que contiene 8ml de solución de ácido bórico al 4%

Titulación

- La muestra es titulada con ácido sulfúrico al 0.025N hasta obtener un cambio de coloración de color verde a rosado pálido. El porcentaje de nitrógeno se calcula con la siguiente formula:

$$\%\text{NITRÓGENO} = \frac{0.014 \text{ x V x N}}{\text{m}} x100 \ldots (14)$$

Dónde:

V = Gasto de titulación de ácido sulfúrico (ml).

N = Normalidad corregida del ácido sulfúrico (0.025N).

0.014 = Peso equivalente del nitrógeno.

m = Peso de la muestra.

El porcentaje de proteína de obtiene a través de:

$$\%\text{PROTEINA} = \%\text{N x Factor proteico} \ldots (15)$$

Dónde:

%N = Porcentaje de Nitrógeno.

Factor proteico = 6.25 (86).

3.3.8.7. Determinación de carbohidratos

Para el cálculo de porcentaje de carbohidratos se obtiene por diferencia, es decir sustrayendo de 100, la suma de humedad, ceniza, grasa y proteína. El resultado se expresa en porcentaje, calculado por la siguiente formula:

$$\%\text{CARBOHIDRATOS} = 100\% - (\%\text{H} + \%\text{C} + \%\text{G} + \%\text{P}) \ldots (16)$$

Dónde:

%H = Porcentaje de humedad.

%C = Porcentaje de ceniza.

%G = Porcentaje de grasas.

%P = Porcentaje de proteínas (86).

3.3.8.8. Determinación de cloruro de sodio

Se obtiene cenizas de una masa de muestra de 5g. se agrega agua caliente a las cenizas, se filtra la solución. Se toma 5ml y se transfiere a un Erlenmeyer, se adiciona 50ml de agua destilada y 3 gotas de cromato de potasio y se titula con nitrato de plata 0.1N. Se anota el gasto. Se realiza el cálculo con la siguiente formula:

$$\%\mathrm{NaCl} = \mathrm{fd\ x\ V\ x\ Nc\ x\ 0.0585} \ldots (17)$$

Dónde:

fd = Factor de dilución = 100/m x 100/5.

V = ml de solución 0.1N de nitrato de plata, gastados.

Nc = Normalidad corregida del nitrato de plata.

0.585 eq. Del cloruro de sodio.

3.3.8.9. Análisis de β - caroteno

Se determina la cantidad de β - caroteno y retinol del producto utilizando el espectrofotómetro.

- Pesar 10g de la muestra en un matraz de vidrio de 300ml y añadir 50ml de alcohol n-butilico saturado con agua.
- Tapar y agitar por 2 minutos y deje en reposo por espacio de 20 minutos y filtre a través de papel filtro.
- Llevar a una cubeta de 1cc con el extracto de la muestra y la otr con el solvente.
- Leer la absorbancia a 450ηm.

RETINOL

- Para determinar retinol, se procede igual para la determinación del β – caroteno, con la única diferencia de que las lecturas de la absorbancia tienen que ser a una longitud de onda de 470ηm.

$$\beta - caroteno\ mg/100g\ de\ muestra = \frac{(A-B)x1{,}57}{W} \ldots (18)$$

$$Retinol\ mg/100g\ de\ muestra = \frac{(A-B)x10{,}90}{W} \ldots (19)$$

Donde:

A = Lectura de la absorbancia de la muestra.

B = Lectura de la absorbancia del solvente.

D = Longitud de onda.

W = Peso tomado de la muestra (87).

3.3.9. Análisis sensorial.

3.3.9.1. Prueba de escala:

Se aplica el método de la NORMA – UNE (88). En este tipo de muestra se presenta una serie de muestras para su evaluación sensorial.

El panelista dará sus respuestas a través de los términos descriptivos de donde debe marcar con una equis (X). La Evaluación se realiza atribuyéndole a cada producto un valor sobre una o varias escalas ordinales, de intervalo predeterminado, o escalas proporcionales, correspondientes a cada una de las propiedades evaluadas.

Las diferentes muestras de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado, se evaluarán por la textura, color, olor y sabor. Se debe explicar a los panelistas el procedimiento a seguir durante la prueba.

Los panelistas en número de 10 serán invitados a pasar a las salas de cabinas en grupo de cinco. Se le entrega los formatos a cada uno de los panelistas, a continuación, por las ventanas de las cabinas de evaluación se les entrega las muestras de los tratamientos organizados en bloque y al azar.

Cada panelista debe tener un tiempo prudencial de 2 minutos por cada tratamiento. Por cada probada se realiza un enjuague de boca con agua tratada. El orden de las muestras debe ser al azar.

FORMATO PARA TEST DE ESCALA

NOMBRE: ..... FECHA: .....

MUESTRA (DÍA): ..... HORA: .....

CARACTERISTICAS A EVALUAR: .....

INSTRUCCIONES:

- A continuación, se le presenta *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado. Pruebe y evalúe las características de textura, color, olor y sabor, marque con una “x” su juicio en cada uno de las muestras según la escala siguiente:

T	C	CARACTERISTICAS	FECHA DE MUESTREO					
			FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA
			23/02/2017	26/02/2017	01/03/17	04/03/17	07/03/17	10/03/17
TODOS LOS TRATAMIENTOS		**TEXTURA**						
		Blando muy firme						
		Blando firme						
		Blando						
		Duro						
		Muy duro						
		COLOR						
		Naranja muy brillante fruta fresca						
		Naranja brillante						
		Naranja						
		Naranja opaca						
		Naranja oscura						
		OLOR						
		Suigeneris a zanahoria fresca						
		Suigeneris a zanahoria poco fresca						
		Zanahoria guardada						
		Zanahoria cocida con mohos						
		Desagradable						
		SABOR						
		Excelente sabor salado						
		Buen sabor salado						
		Regular sabor salado						
		Sabor indiferente						
		Sabor desagradable						

3.3.10. Análisis microbiológicos

3.3.10.1. Preparación y dilución de la muestra

La preparación y dilución de una muestra de alimento, es el primer paso importante para el análisis microbiológico. Llegadas las muestras al laboratorio, es necesario seguir unos pasos dentro de la sistemática analítica microbiológica, que serán establecidos por el microbiólogo.

Esta operación exige reglas de manipulación asépticas muy estrictas, así como la esterilización de material y diluyentes estériles.

Procedimiento:

- Se toma 10 ml ó 10 g. de muestra.
- Se agrega al frasco que contiene 90ml del diluyente. Obteniéndose en esta operación la dilución 10^{-1} ó 1/10.
- Se homogeniza la mezcla en un tiempo máximo de 2.5 min.
- Se agita este homogenizado y pipetear 1ml a un tubo que contiene 9ml, del diluyente. Obteniéndose la dilución 10^{-2} ó 1/100.
- Mezclar el líquido cuidadosamente con una pipeta estéril. Transferir 1ml a otro tubo que contiene 9ml del diluyente. Se obtiene la dilución 10^{-3} ó 1/1000.

Se repite el paso anterior hasta conseguir el número de diluciones deseadas (89).

3.3.10.2. Mesófilos aerobios

El método de recuento en placa de un alimento, es un indicador microbiológico de la calidad comúnmente utilizados.

Este método resulta útil como indicador de limpieza, desinfección y el control de la temperatura durante los procesos de tratamiento industrial transporte y almacenamiento de los productos.

En este recuento se estima la microflora total sin especificar tipos de microorganismos (bacterias, mohos y levaduras) y refleja la calidad sanitaria de un alimento.

Procedimiento:

- Preparar las diluciones por uno de los métodos aprendido.
- Pipetear por duplicado a placas estériles alícuotas de 1ml, a partir de las diluciones 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5}.
- Mezclar las alícuotas con el agar mediante movimientos de vaivén y rotación de las placas.
- Como control de esterilidad, adicionar a las placas petri agar sin inocular y agar inoculado con el diluyente.
- Una vez solidificado el agar incubar las placas de 35 - 37 °C, durante 24 - 48 horas.

Para el Recuento se utiliza el Método de Recuento Estándar en Placa

- Seleccionar las placas correspondientes a una dilución que contenga de 30 - 300 colonias.
- Tomar la medida aritmética del recuento y multiplicar por el factor de dilución (recíproco de la dilución utilizada). Reportar el resultado como un recuento estándar en placa [89].

3.3.10.3. Escherichia coli

A. Aislamiento y Purificación de Cultivos

- Sembrar por estría de cada tubo de caldo positivo de gas del Caldo E. coli de la determinación de coliformes de origen fecal, en Agar Mac Conkey. Incubar las placas en forma invertida x 24 horas a 35 - 37 ° C.
- Tomar una colonia típica (colonias grandes rojos, halo turbio) de cada placa y resembrarla por estría en Agar Nutritivo por 24 horas 35 — 37 ° C en forma invertida.
- Seleccionar colonias individuales y sembrar en agar nutritivo inclinado y caldo lactosado. Incubar por 24 horas a 35-37° C.
- A partir de los cultivos gas positivos en caldo lactosado, hacer la tinción de GRAM, para confirmar la presencia de bacilos GRAM negativos no esporulados.
- De los cultivos de Agar PC inclinado de 24 horas, realizar la Prueba IMVIC.

A.1 <u>Prueba del Indol</u>

- Inocular tubos de caldo triptona con los cultivos puros e incubar a 35 - 37 ° C x 24 horas.
- Añadir a cada tubo 0,2 — 0,3ml. del reactivo de Kovacs y agitar.
- Esperar 10 min. y observar los resultados. Si aparece un anillo color rojo oscuro en la superficie de la capa de alcohol amílico, la prueba es positiva.

A.2 <u>Prueba del Rojo de Metilo</u>

- Inocular los tubos de Caldo MR - VP a partir de cultivos puros e incubar a 35 - 37 ° C x 5 días.
- Pipetear 5 ml. de cada cultivo en tubos vacíos y añadir 5 gotas de solución de rojo de metilo y agitar.
- Anotar como positivo si aparece en color rojo bien definido y negativo si es color amarillo. Colores intermedios indican reacción dudosa.

A.3 <u>Prueba Voges - Proskauer</u>

- Inocular tubos de caldo MR - VP a partir de cultivos puros e incubarlos a35-37°Cx48 horas.
- Pipetear 3ml. de cada cultivo a tubos vacíos y añadir el reactivo para la prueba de Voges Proskauer (5ml de KOH al 10%).
- Agitar los tubos y dejar en reposo por 2-4 horas. Observar los resultados. La aparición de un rojo carmesí nos indica VP (+), un color amarillo VP (-).

A.4 <u>Prueba del Citrato de Sodio</u>

- Inocular tubos de Citrato de Simmons a partir de cultivos puros, con un asa recta, para evitar la transferencia de nutrientes que invalidaría la reacción, por picadura y estría. Incubar a 35 - 37° C x 48 horas.
- Anotar como reacción positiva, si hay crecimiento visible, y negativa cuando no hay crecimiento o cambio de coloración (89).

E. coli (Típico), presenta las siguientes reacciones:

Gas en caldo Brila a 44 - 44,5 °	Positivo
Prueba de Indol	Positivo
Prueba del Rojo de metilo	Positivo
Prueba Voges Praskauer	Negativo
Prueba Citrato de Sodio	Negativo

3.3.10.4. Salmonella sp

La presencia de cualquier serotipo de Salmonella sp., es potencialmente peligrosa y fuente de enfermedad para el hombre, ya sea por vía directa como el consumo de los alimentos o directamente mediante la contaminación

secundaria de los utensilios, equipo para el tratamiento e industrialización de los alimentos. Se realiza siguiendo las etapas siguientes:

A) Enriquecimiento no selectivo

- Pesar 25g de muestra y sembrar en 225ml de caldo lactosa. Incubar a 35° C por 24 horas.

B) Enriquecimiento selectivo

- De la etapa anterior llevar 1ml de cultivo a caldo de enriquecimiento de selenito-cistina y Caldo de enriquecimiento Tetrationato. Incubar a 37° C y 43° C por 24 horas respectivamente.

C) Enriquecimiento en placas agar selectivo

- A partir de los cultivos anteriores sembrar por estría sobre agar SS, BS y XLD a 35- 37°C por 24 – 48 horas. Examinar las colonias sospechosas de Salmonella.

D) Pruebas bioquímicas

- Elegir 2 o más colonias sospechosas y purificar en placas de agar Mac Conkey por 24 horas.
- Comprobar la pureza de los cultivos mediante la coloración GRAM. De los cultivos purificados realizar las siguientes pruebas:

d.1. Degradación de Lactosa, Sacarosa y Glucosa con producción de H_2S.

- Sembrar en agar TSI por picadura y estría e incubar a 35-37° C por 24 - 48 horas.

d.2 Descarboxilación de Lisina

- Sembrar por picadura y estría en agar LIA a 35 - 37° C por 24 horas.

d.3 Hidrólisis Urea

- Inocular en forma abundante en Caldo Urea. Incubar a 35-37° C por 24 - 48 horas.

E) Pruebas serologicas

- Prueba final de confirmación de colonias sospechosas de Salmonella, que

requiere la reacción con Suero Polivalente anti o (somático) y suero anti H (flagelar) (89).

3.3.11. Métodos de cálculos

3.3.11.1. Cálculos de valores cinéticos.

Se calcula a partir de: la pérdida de peso (ΔM_t^0), pérdida de agua (ΔM_t^w), ganancia de cloruro de sodio (ΔM_t^{NaCl}), mediante las siguientes ecuaciones:

$$\Delta M_t^0 = (m_t - m_0)/m_0 \quad \ldots(g/g\ de\ M_0)\ldots \quad (20)$$

$$\Delta M_t^w = (m_t X_t^w - m_0 X_0^w)/m_0 \quad \ldots(g/g\ de\ M_0)\ldots \quad (21)$$

$$\Delta M_t^{NaCl} = (m_t X_t^{NaCl} - m_0 X_0^{NaCl})/m_0 \quad \ldots(g/g\ de\ M_0)\ldots \quad (22)$$

Dónde:

$m_0 =$ Peso inicial de la muestra antes de su tratamiento (g).

$m_t =$ Peso de la muestra tratada al tiempo "t" (g).

$X_0^w =$ Contenido puntual de agua de la muestra inicial ($g/g\ de\ M_0$).

$X_t^w =$ Contenido puntual de agua de la muestra en tratamiento al tiempo "t" ($g/g\ de\ M_t$).

$X_0^{NaCl} =$ Fracción de cloruro de sodio de la muestra inicial ($g/g\ de\ M_0$).

$X_t^{NaCl} =$ Fracción de cloruro de sodio de la muestra en tratamiento al tiempo "t" ($g/g\ de\ M_t$) (90).

3.3.11.2. Método de cálculo de la difusividad efectiva.

Considerando una difusión unidimensional en una lámina fina de tal manera que la sustancia difúndete penetre a través de las caras paralelas y sea despreciable la cantidad que difunde a través de los bordes laterales.

A demás suponiendo que la lámina esté a una concentración inicial uniforme C_0 y su superficie u entorno esté a una concentración constante C_1 la solución de la ecuación de Fick, según (82) será:

$$\frac{M_t}{M_\infty} = \frac{C - C_0}{C_1 - C_0} = 1 - \sum_{n=0}^{\infty} \frac{8}{(2n+1)^2.\pi^2} \exp\left\{-D(2n+1)^2 \frac{t\pi^2}{4l^2}\right\} \quad \ldots (23)$$

Dónde:

M_t = La cantidad de sustancia que entra por difusión en la lámina en un tiempo t.

M_∞=Es la cantidad de sustancia que entraría por difusión si se dejara el tiempo suficiente para que se alcanzara el equilibrio.

C = Concentración final de la lámina a un tiempo (t) de proceso.

Cuando los tiempos son suficientemente largos, la serie converge muy rápidamente y puede utilizarse solo el primer término de la ecuación (23). Cuando los tiempos de proceso son más cortos se tiene en cuenta más términos de la serie o utilizar las soluciones correspondientes para tiempos cortos indicándose en la ecuación:

$$\frac{M_t}{M_\infty} = 2\left(\frac{Dt}{l^2}\right)^{\frac{1}{2}} = \left\{\pi^{\frac{1}{2}} + 2\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n ierfc\frac{nl}{\sqrt{(Dt)}}\right\} \quad \ldots (24)$$

No obstante, la aplicación de estas ecuaciones a sistemas de estructura compleja no isotrópica, como las frutas, los convierte en ecuaciones empíricas, debido a que no se cumple las condiciones de entorno en que se deducen las ecuaciones Ficktidianas integradas (83).

3.3.11.3. Cálculo de la energía de activación

La Influencia de la temperatura sobre la difusividad efectiva (De) se ajusta a una ecuación tipo Arrhenius (Ec. 25) para los tratamientos a distintas concentraciones de cloruro de sodio. El modelo se presenta en las siguientes ecuaciones:

$$De_t = De_0 . e^{-Ea/RT} \ \ldots (25)$$

Aplicando Logaritmo neperiano a la ecuación (25) se obtiene la siguiente ecuación:

$$LnDe_t = LnDe_0 + (-Ea/R)1/T \quad \ldots (26)$$

A partir de la Ecuación 25 podemos calcular la energía de Activación que mide la influencia de la temperatura de proceso sobre la difusividad efectiva del agua - Cloruro de sodio (83).

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. RESULTADOS DEL FLUJO DE PROCESO PARA OBTENCIÓN DE UN PRODUCTO DE LA 4TA GAMA A PARTIR DE *Daucus carota* (ZANAHORIA).

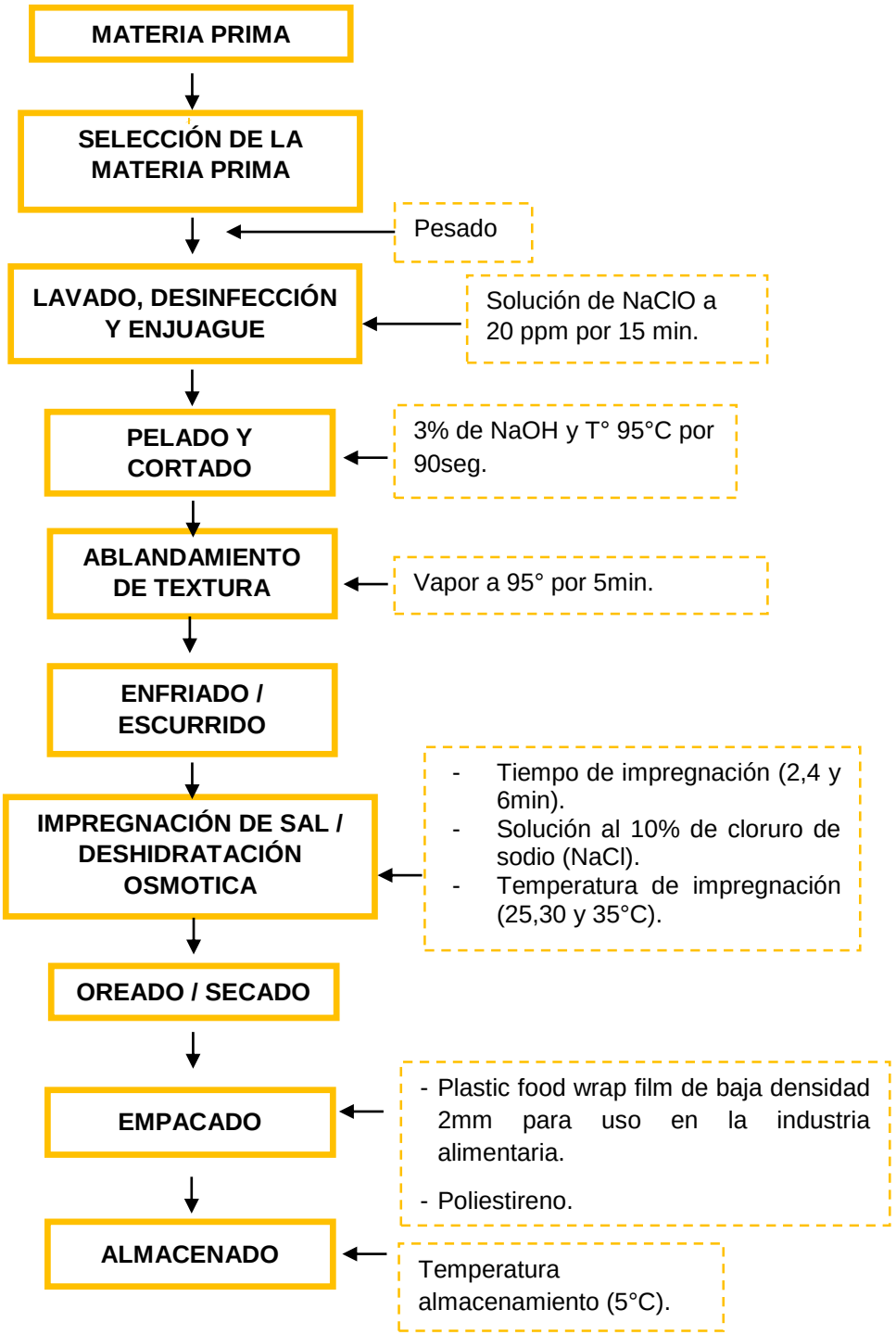

FIGURA N° 10. Flujo de Proceso de obtención de un producto de la cuarta Gama a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA).

4.1.1. Materia prima

Se trabajó con *Daucus carota* (ZANAHORIA) de variedad CHANTENAY fresco y en buen estado.

FIGURA N° 11. *Daucus carota* (ZANAHORIA) de variedad CHANTENAY.

4.1.2. Selección de la Zanahoria

La selección es muy importante, porque nos va a garantiza obtener productos de buena calidad. Se seleccionó las zanahorias con aproximadamente 15cm de longitud. Porque de esa manera asegurábamos que estaba el optima madurez como lo expresa (6). También se tuvo en cuenta que sean firmes, Rectas con un adelgazamiento uniforme desde los ‘´hombros' hasta la punta, de color naranja brillante, que haya mínima presencia de raicillas laterales y Ausencia de "hombros verdes" o "corazón verde".

FIGURA N° 12. Selección de *Daucus carota* (ZANAHORIA) de variedad CHANTENAY.

4.1.3. Lavado, desinfección y enjuague de la Zanahoria

El lavado y la desinfección son procedimientos de suma importancia que nos ayuda a disminuir la carga microbiana y las sustancias extrañas que pueden estar presentes en la zanahoria. Se lavó con agua potable, se desinfectó con una solución de agua tratada y 20ppm de hipoclorito de sodio en bandejas de acero inoxidable y se enjuagó con agua tratada. Para así de esta manera poder obtener un producto inocuo para los consumidores.

FIGURA N° 13. Lavado, desinfección y enjuague de *Daucus carota* (ZANAHORIA) de variedad CHANTENAY.

4.1.4. Pelado y cortado

Se realizó un pelado químico utilizando NaOH al 3% a una temperatura de 95°C y un tiempo de 90seg, se saca los rebanados de la solución, se le paso manualmente paños fríos para separar la piel. Posterior a ello, se cortó los rebanados con un espesor de 5mm homogéneamente con un cortador de acero inoxidable (ver Figura N° 06) diseñado para esta investigación.

FIGURA N° 14. Pelado químico con una solución NAOH de *Daucus carota* (ZANAHORIA).

FIGURA N° 15. Cortado de *Daucus carota* (ZANAHORIA).

4.1.5. Ablandamiento de textura

El ablandamiento de los rebanados de zanahoria se realizó en un equipo de escaldado (ver Figura N° 07) a una temperatura de 95°C por un tiempo de 5min.

FIGURA N° 16. Ablandamiento de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA).

4.1.6. Enfriado / escurrido

Se dejó escurrir los rebanados de zanahoria por un tiempo de 5min.

FIGURA N° 17. Escurrido los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA).

4.1.7. Impregnación de sal / deshidratación

Para este proceso se tuvo mucho cuidado tanto en el manejo de la materia prima y la utilización de los equipos. Para empezar los rebanados fueron codificados con hilos de diferentes colores en un porta muestras y se llevó al deshidratador osmótico (ver Figura N° 09) que contenía una solución osmótica al 10 % de concentración de cloruro de sodio (NaCl) y se dejó en inmersión a temperatura de 25, 30 y 35°C por un tiempo de 360seg, a un caudal de 1.2 m^3 /hr.

FIGURA N° 18. Deshidratación Osmótica de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA).

4.1.8. Oreado / secado

Se dejó escurrir los rebanados de zanahoria por un tiempo de 5min,

FIGURA N° 19. Escurrido los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA).

4.1.9. Empacado

Se empaca en poliestireno de uso alimentario 250gr de rebanados de zanahoria, y se selló con láminas film (Placstic Wrap profesional plastic food wrap film de baja densidad 2mm).

FIGURA N° 20. Empacado los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA).

4.1.10. Almacenado

Se almacena en refrigeración en una cámara de conservación de frutas y hortalizas (ver Figura N° 08) a una temperatura de 5°C**.**

FIGURA N° 21. Almacenado del producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA).

4.2. RESULTADOS DE LA OBTENCIÓN DEL ESPESOR IDEAL DE LOS REBANADOS DE *Daucus carota* (ZANAHORIA) Y LA CONCENTRACION DE NaCl PARA LA SOLUCIÓN OSMÓTICA A TEMPERATURA DE 25°C.

TABLA N° 08. Porcentaje impregnación de NaCl en relación al espesor de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) y concentración de NaCl en la solución osmótica a 25°C.

Tratamiento	Peso muestra (g)	Gasto (ml)	Factor de Dilución	%NaCl	%NaCl Total
T1	5.1363	0.73	389.39	1.6583	1.7013
	5.5503	0.83	360.34	1.7412	
	5.4231	0.79	368.79	1.7044	
T2	5.0263	0.93	397.91	2.1648	2.1137
	5.6303	1.00	355.22	2.0739	
	5.4541	0.98	366.70	2.1023	
T3	5.0243	0.426	398.07	0.9920	1.0012
	5.0123	0.423	399.02	0.9874	
	5.1413	0.450	389.01	1.0241	
T4	5.0180	0.523	398.57	1.2194	1.2325
	5.1782	0.578	386.23	1.3060	
	5.1314	0.514	389.76	1.1720	

La tabla N° 08 reporta los valores obtenidos del porcentaje de impregnación de NaCl en relación al espesor (5 y 10mm) de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) y a la concentración de NaCl (10 y 15%) en la solución osmótica, lo cual nos muestra que mediante atributos con respecto al sabor salado y a la apariencia se determinó que la mejor alternativa para elaborar un producto de 4ta gama a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) es la de 5mm de espesor en los rebanado y 10% de concentración de sal para la solución osmótica.

4.3. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN CINÉTICA EN UN PRODUCTO MÍNIMAMENTE PROCESADO A PARTIR DE *Daucus carota* (ZANAHORIA)

TABLA N° 09. Contenido puntual de agua (X_t^w) al tiempo (t), y fracción de los sólidos solubles (X_t^{NaCl}) en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado a temperatura de 25°C y 10% NaCl.

t(seg.)	X_t^w	X_t^{NaCl}
0	0.88790	0.00471
60	0.87181	0.00885
120	0.86712	0.01131
180	0.85924	0.01210
240	0.85198	0.01394
300	0.84958	0.01519
360	0.84708	0.01703

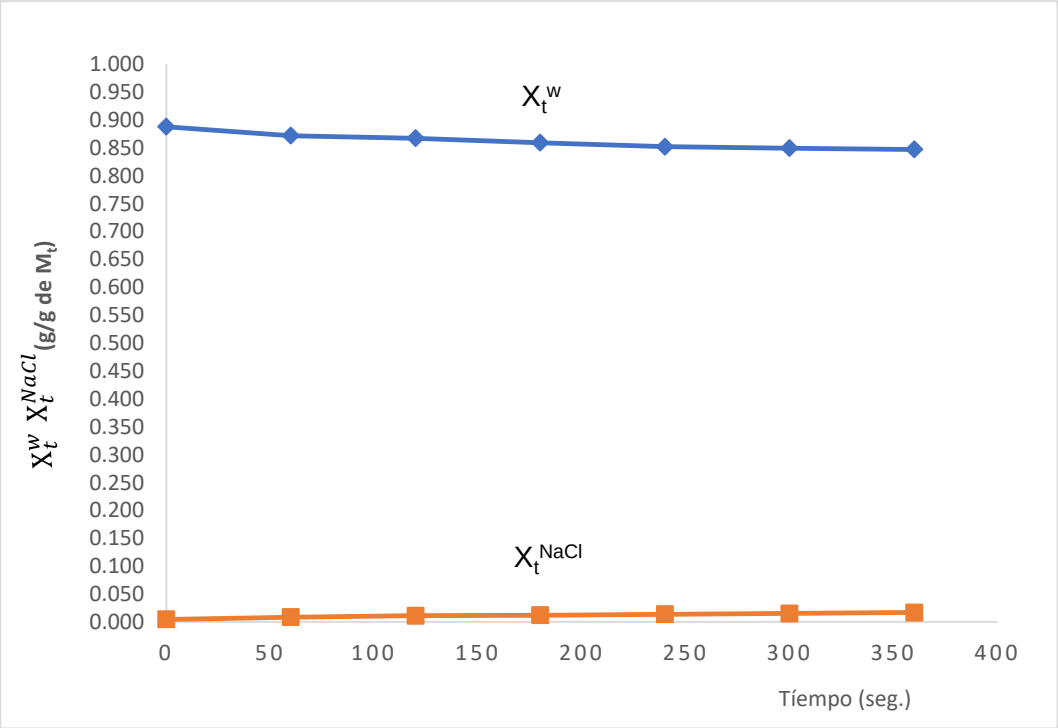

FIGURA N° 22. Evolución del contenido puntual de agua (X_t^w), ganancia de solidos solubles (X_t^{NaCl}), en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado a temperatura de 25°C y 10% de NaCl.

La tabla N° 09 reporta los valores obtenidos durante la deshidratación osmótica en 360 segundos, tanto la perdida de humedad como la ganancia de solidos solubles (NaCl), hay una evolución positiva en el incremento de la concentración de NaCl (0.01703) y hay un decremento en la perdida de humedad (0.84708) de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado a temperatura de 25°C y 10% NaCl.

La figura N° 22 reporta la figura de como los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) disminuye en su humedad conforme se incrementa la concentración de NaCl. También nos explica la evolución del contenido puntual de la ganancia de NaCl siendo una curva casi horizontal.

TABLA N°10. Cinética de pérdida de agua (ΔM_t^w), pérdida de peso (ΔM_t^o) y ganancia de cloruro de sodio (ΔM_t^{NaCl}) en la obtención de un producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) a temperatura de 25°C y 10% NaCl en la S.O.

t (seg.)	ΔHUMEDAD (ΔM_t^w)	ΔPESO (ΔM_t^o)	ΔNaCl (ΔM_t^{NaCl})
0	0	0	0
60	-0.0803	-0.0736	0.0080
120	-0.1027	-0.0944	0.0102
180	-0.1109	-0.0957	0.0109
240	-0.1234	-0.1027	0.0125
300	-0.1279	-0.1055	0.0136
360	-0.1349	-0.1111	0.0151

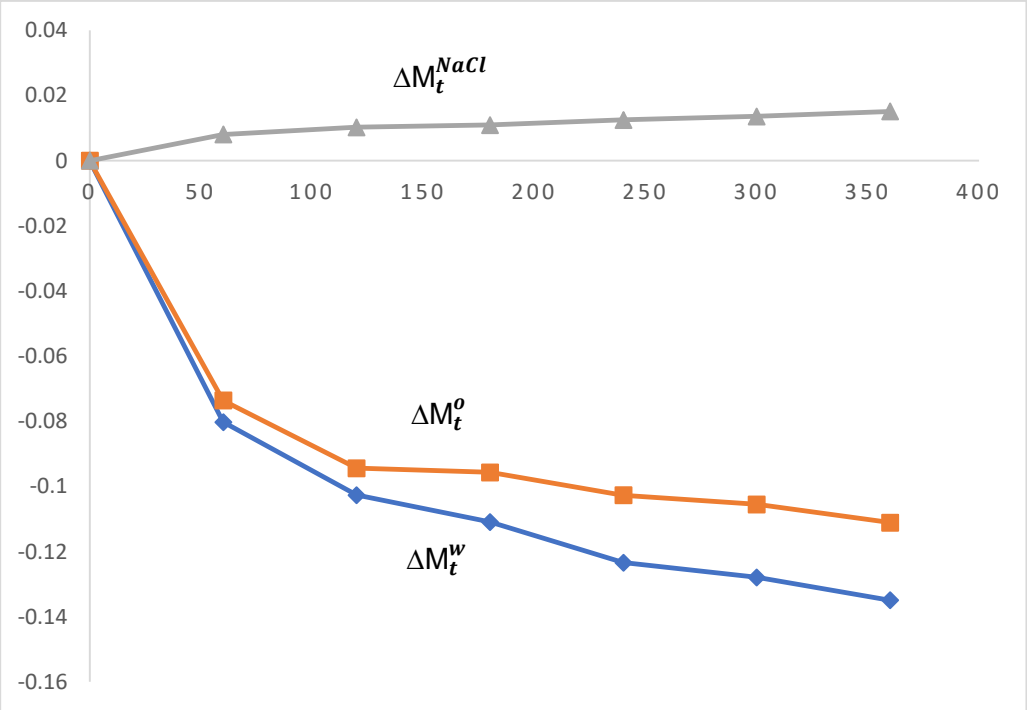

FIGURA N°23. Evolución de la pérdida de peso (ΔM_t^o), perdida de agua (ΔM_t^w), y ganancia de cloruro de sodio (ΔM_t^{NaCl}) durante la obtención de un producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) a temperatura de 25°C y 10% de NaCl en la S.O.

La tabla N° 10 reporta la cinética de pérdida de humedad, pérdida de peso y la ganancia de NaCl a una a temperatura de 25°C y 10% NaCl en la S.O. Como es de esperarse el tiempo en segundos reporta que la impregnación de NaCl (0.0151) es mínimo, la pérdida de peso (-0.1111) también es mínimo y el decremento de la humedad es observable (-0.1349).

La figura N° 23 reporta las curvas respectivas de la evolución de la pérdida de peso, perdida de humedad y ganancia de NaCl durante la obtención de un producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) a temperatura de 25°C y 10% de NaCl en la S.O.

TABLA N°11. Contenido puntual de agua (X_t^w) al tiempo (t), y fracción de los sólidos solubles (X_t^{NaCl}) en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado a temperatura de 30°C y 10% NaCl.

t (seg.)	X_t^w	X_t^{NaCl}
0	0.88790	0.00471
60	0.86180	0.00935
120	0.85050	0.01310
180	0.85013	0.01395
240	0.84667	0.01502
300	0.84125	0.01649
360	0.83754	0.01841

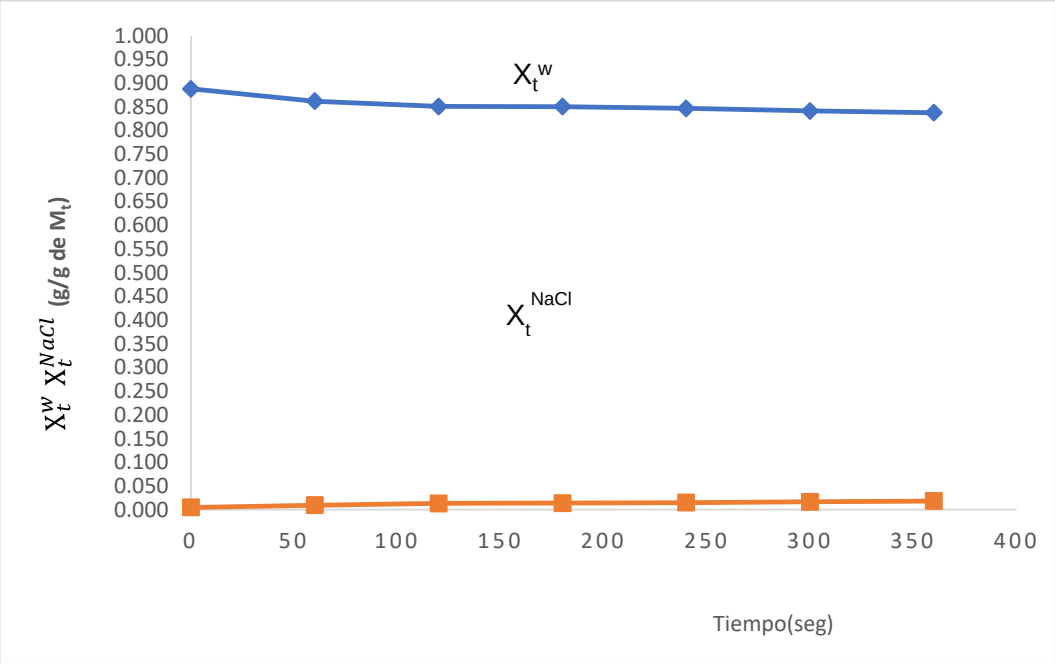

FIGURA N°24. Evolución del contenido puntual de agua (X_t^w), ganancia de solidos solubles (X_t^{NaCl}), en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado a temperatura de 30°C y 10% de NaCl.

La tabla N° 11 reporta los valores obtenidos durante la deshidratación osmótica en 360 segundos, tanto la perdida de humedad como la ganancia de solidos solubles (NaCl), hay una evolución positiva en el incremento de la concentración de NaCl (0.01841) y hay un decremento en la perdida de humedad (0.83754) de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado a temperatura de 30°C y 10% NaCl.

La figura N° 24 nos explica la evolución puntual del contenido de humedad, el contenido de solidos solubles (Nacl) en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado a temperatura de 30°C y 10% de NaCl.

Se puede observar que la evolución de la pérdida de masa, la perdida de humedad y ganancia de solidos solubles es mucho más coherente trabajar a 30°c por cuanto según los resultados experimentales observados el color de la zanahoria se mantiene constante, se fija bien el color naranja, se hace mucho más brillante su tono de color lo que no ocurre con 25 y 35 °C, la concentración de sal es acorde a la necesidades de la amas de casa, es decir a 30°C, la concentración de NaCl en los rebanados son lo ideales para el presente trabajo.

TABLA N°12. Cinética de pérdida de agua (ΔM_t^w), pérdida de peso (ΔM_t^o) y ganancia de cloruro de sodio (ΔM_t^{NaCl}) en la obtención de un producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) a temperatura de 30°C y 10% NaCl en la S.O.

t (seg.)	ΔHUMEDAD (ΔM_t^w)	ΔPESO (ΔM_t^o)	ΔNaCl (ΔM_t^{NaCl})
0	0	0	0
60	-0.1401	-0.1323	0.0081
120	-0.1529	-0.1357	0.0113
180	-0.1604	-0.1442	0.0119
240	-0.1667	-0.1481	0.0129
300	-0.1737	-0.151	0.0140
360	-0.1839	-0.1594	0.0155

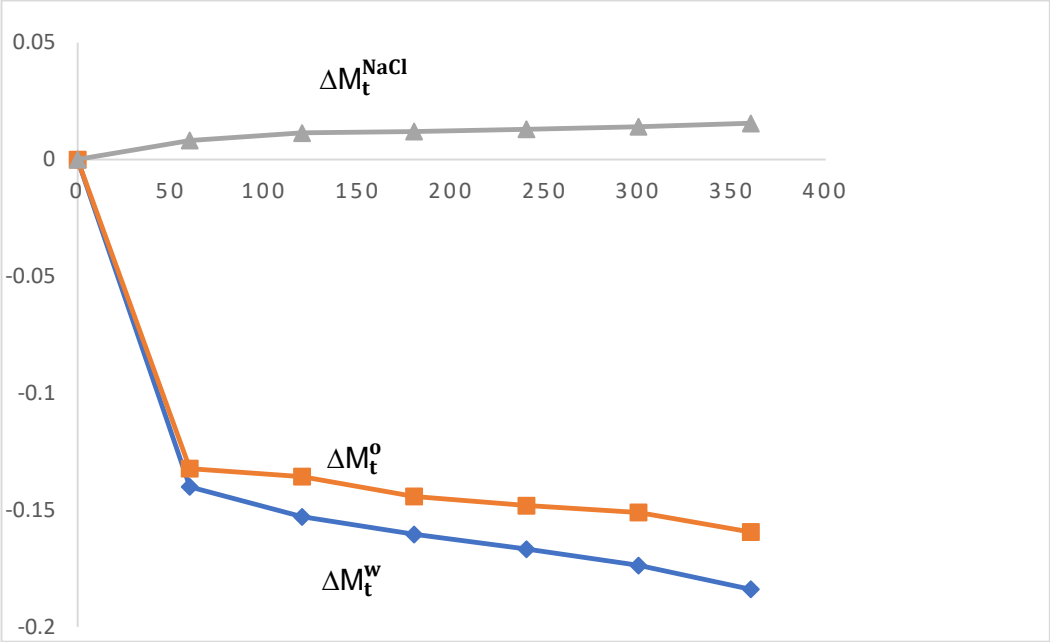

FIGURA N°25. Evolución de la pérdida de peso (ΔM_t^o), perdida de agua (ΔM_t^w), y ganancia de cloruro de sodio (ΔM_t^{NaCl}) durante la obtención de un producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) a temperatura de 30°C y 10% de NaCl en la S.O.

La tabla N° 12 reporta la cinética de pérdida de humedad, pérdida de peso y la ganancia de NaCl a una a temperatura de 30°C y 10% NaCl en la S.O. Como es de esperarse el tiempo en segundos reporta que la impregnación de NaCl (0.0155) es mínimo, la pérdida de peso (-0.1594) también es mínimo y el decremento de la humedad es observable (-0.1839).

La figura N° 25 reporta las curvas respectivas de la evolución de la pérdida de peso, perdida de humedad y ganancia de NaCl durante la obtención de un producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) a temperatura de 30°C y 10% de NaCl en la S.O.

TABLA N°13. Contenido puntual de agua (X_t^w) al tiempo (t), y fracción de los sólidos solubles (X_t^{NaCl}) en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado a temperatura de 35°C y 10% NaCl.

t (seg.)	X_t^w	X_t^{NaCl}
0	0.887904	0.004708
60	0.830994	0.010401
120	0.826812	0.013602
180	0.825344	0.016312
240	0.822996	0.016496
300	0.821567	0.016952
360	0.819547	0.019538

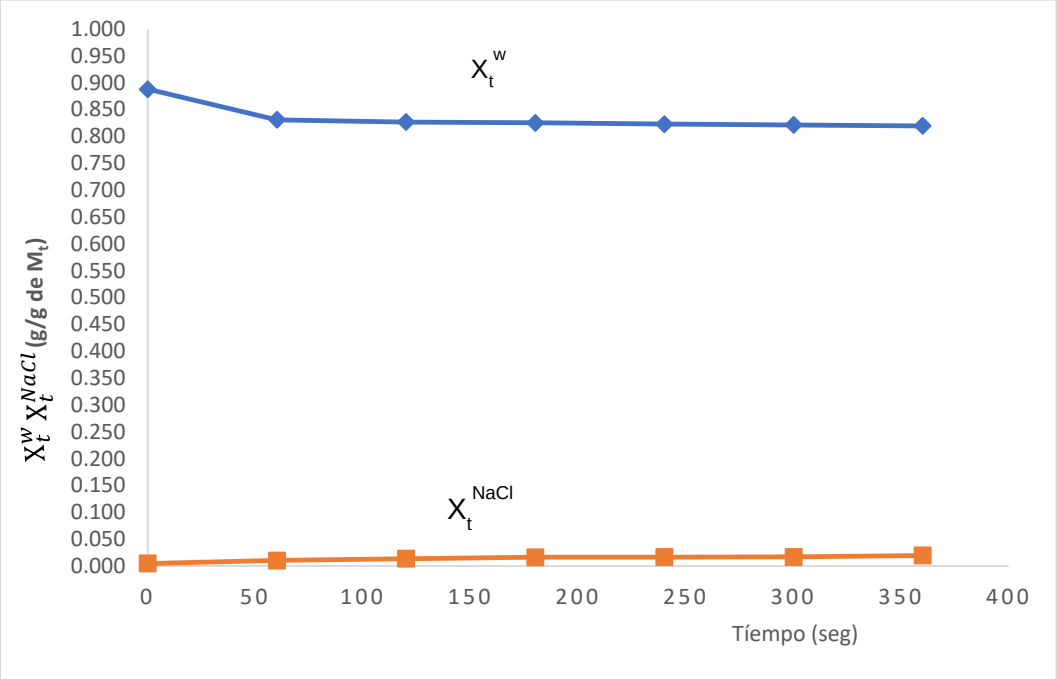

FIGURA N°26. Evolución del contenido puntual de agua (X_t^w), ganancia de solidos solubles (X_t^{NaCl}), en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado a temperatura de 35°C y 10% de NaCl.

La tabla N° 13 reporta los valores obtenidos durante la deshidratación osmótica en 360 segundos, tanto la perdida de humedad como la ganancia de solidos solubles (NaCl), hay una evolución positiva en el incremento de la concentración de NaCl (0.01953) y hay un decremento en la perdida de humedad (0.81954) de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado a temperatura de 35°C y 10% NaCl.

La figura N° 26 nos reporta las curvas en relación a la tabla N° 11. Estas curvas tienen el mismo comportamiento que con temperaturas anteriores, hay una ligera pérdida de humedad y una pequeña ganancia de NaCl en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado a temperatura de 35°C y 10% de NaCl.

TABLA N°14. Cinética de pérdida de agua (ΔM_t^w), pérdida de peso (ΔM_t^o) y ganancia de cloruro de sodio (ΔM_t^{NaCl}) en la obtención de un producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) a temperatura de 35°C y 10% NaCl en la S.O.

t (seg.)	ΔHUMEDAD (ΔM_t^w)	ΔPESO (ΔM_t^o)	ΔNaCl (ΔM_t^{NaCl})
0	0	0	0
60	-0.1737	-0.140496018	0.0089
120	-0.1887	-0.154347741	0.0115
180	-0.1938	-0.159003073	0.0137
240	-0.1982	-0.16192853	0.0138
300	-0.2039	-0.167451062	0.0141
360	-0.2078	-0.170128688	0.0162

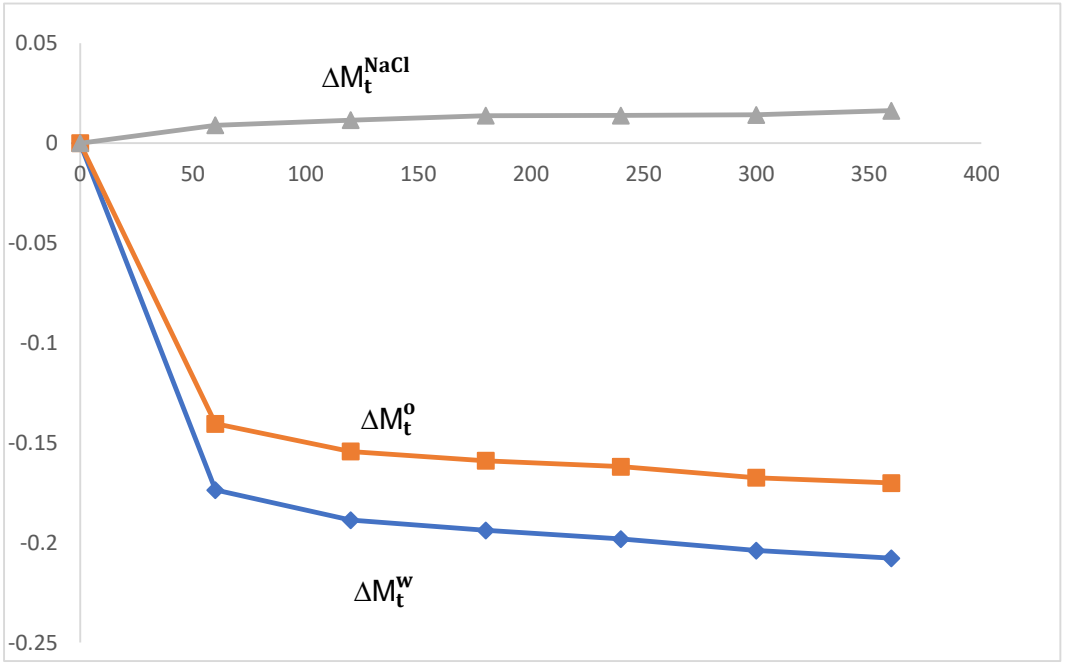

FIGURA N°27. Evolución de la pérdida de peso (ΔM_t^o), perdida de agua (ΔM_t^w), y ganancia de cloruro de sodio (ΔM_t^{NaCl}) durante la obtención de un producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) a temperatura de 35°C y 10% de NaCl en la S.O.

La tabla N° 14 reporta la cinética de pérdida de humedad, pérdida de peso y la ganancia de NaCl a una a temperatura de 35°C y 10% NaCl en la S.O. Como es de esperarse el tiempo en segundos reporta que la impregnación de NaCl (0.0162) es mínimo, la pérdida de peso (-0.1701) también es mínimo y el decremento de la humedad es observable (-0.2078).

La figura N° 27 reporta las curvas respectivas de la evolución de la pérdida de peso, perdida de humedad y ganancia de NaCl durante la obtención de un producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) a temperatura de 35°C y 10% de NaCl en la S.O.

4.4. CINÉTICA DE LOS CAMBIOS DE COMPOSICIÓN DE LA FRACCIÓN LIQUIDA EN LOS REBANADOS DE *Daucus carota* (ZANAHORIA) PARA EL CÁLCULO DE LA DIFUSIVIDAD EFECTIVA (De)

El cálculo cinético de los cambios composicionales de la Fracción liquida del producto (FLP) se hicieron teniendo en cuenta que se trata de un sistema binario con dos componentes: Agua (w) y Sólidos Solubles (NaCl). Las concentraciones de cada componente en esta fase se representan como "Z" y son la fracción másica del producto:

$$Z^{w} = X^{w} / (X^{w} + X^{NaCl}) \ldots (27)$$

$$Z^{NaCl} = X^{NaCl} / (X^{w} + X^{NaCl}) \ldots (28)$$

Ahora bien, se define la Fuerza impulsora reducida en la FLP como:

$$Y_t^{w} = Y_t^{NaCl} = (Z_t^{w} - Z_e^{w}) / (Z_0^{w} - Z_e^{w}) \ldots (29)$$

La fuerza impulsora será la misma para ambos componentes de la fracción liquida del producto en cada tiempo y condición.

$$Z_e^{w} = Y^{w} \ldots (30)$$

Por lo tanto, la ecuación 29 se puede expresar [93]

$$Y_t^{w} = (Z_t^{w} - Y^{w}) / (Z_0^{w} - Y^{w}) \ldots (31)$$

Aplicando la solución simplificada para tiempos cortos en una geometría plana [82] se aplica la siguiente ecuación

$$1 - Y_t^{w} = (Z_t^{w} - Z_0^{w}) / (Y^{w} - Z_0^{w}) = 2(Dt/\pi l^2)^{1/2} \ldots (32)$$

La ecuación simplificada 31, para tiempos cortos predice una proporcionalidad entre el valor $1 - Y_t^{w}$ y la raíz cuadrada del tiempo ($t^{0.5}$). La pendiente de la recta resulta al representar $1 - Y_t^{w}$ frente a la raiz cuadrada de t ($t^{0.5}$) que nos permite calcular la Difusividad Efectiva.

Otros autores han utilizado la ecuación simplificada N° 32 para tiempos cortos, (90) (91).

La ecuación de la recta resultante que representa $1 - \mathrm{Y_t^w}$ valores se representan en la tabla N° 19 es:

$$1 - \mathrm{Y_t^w} = \mathrm{At^{0.5}} + \mathrm{k} \ldots (33)$$

Donde:

$1 - Y_t^w$ = Fuerza Impulsora Reducida

K = Es una constante adimencional

A = Es el coeficiente cinético con dimensiones ($s^{-0.5}$)

El coeficiente "A" recoge la influencia del tamaño y la forma de la muestra, así como la difusividad sobre la cinética de transporte

En los gráficos del 7 al 9 se han ajustados, los valores de la fuerza impulsora reducida ($1 - \mathrm{Y_t^w}$) para todos los tratamientos versus $\mathrm{t^{0.5}}$y han sido calculados a partir de dichos ajustes los valores de los parámetros A y De cuyos valores se representan en la tabla N° 19.

En la cinética se ha definido difusividad efectiva en la fracción liquida del orden 2.197 $x10^{-9}m^2/s$ y $4.035x10^{-9}m^2/s$ en relación a todos los experimentos dados en el diseño experimental. Asimismo, los valores de difusividad son similares a los encontrados en la literatura (Tabla 2. Valores de los parámetros de Azuara y de difusividad efectiva del agua (De_w) y difusividad efectiva de sólidos (De_s) sometido a diferentes temperaturas) (92).

De las tablas de valores de las difusividades encontradas en este trabajo de investigación el primer tratamiento es el que nos reporta menor valor en difusividad efectiva 2.197 $x10^{-9}m^2/s$ por que la concentración de sal en el soluto es de 10 % y el procesamiento es a 25 °C; en cinética transferencia de masa medida en valores de difusividad, aumenta conforme aumenta la temperatura de proceso, por lo que en la misma tabla N°02 el valor de la difusividad efectiva para el ultimo tratamiento es de $4.035x10^{-9}m^2/s$ y es el que nos reporta mayor valor ya que la temperatura de trabajo es mayor (35°C).

TABLA N°15. Cinética de los cambios de composición de la fracción liquida en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) durante la deshidratación osmótica a temperatura de 25°C utilizando solución de 10% de NaCl.

t (seg.)	Z_t^w	Z_0^w	Z_0^w	y_t^w	$t^{0.5}$	$1 - y_t^w$
60	0.9900	1.0000	0.9	0.89951	7.75	0.10049
120	0.9871	1.0000	0.9	0.87125	10.95	0.12875
180	0.9861	1.0000	0.9	0.86113	13.42	0.13887
240	0.9839	1.0000	0.9	0.83902	15.49	0.16098
300	0.9824	1.0000	0.9	0.82435	17.32	0.17565
360	0.9803	1.0000	0.9	0.80292	18.97	0.19708

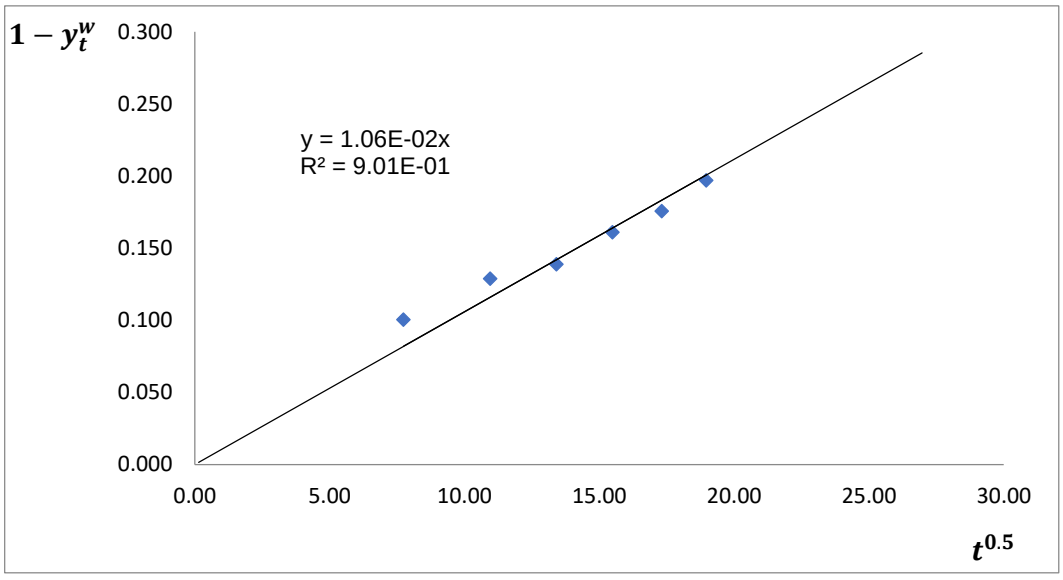

FIGURA N°28. Cinética de cambios de composición de la fracción liquida durante la obtención de un producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) a temperatura de 25°C y utilizando solución de 10% de NaCl.

TABLA N°16. Cinética de los cambios de composición de la fracción liquida en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) durante la deshidratación osmótica a temperatura de 30°C utilizando solución de 10% de NaCl.

t (seg.)	Z_t^w	Z_0^w	Z_0^w	y_t^w	$t^{0.5}$	$1 - y_t^w$
60	0.9893	1.0000	0.9	0.88075	7.7	0.11925
120	0.9848	1.0000	0.9	0.83146	11.0	0.16854
180	0.9839	1.0000	0.9	0.82062	13.4	0.17938
240	0.9825	1.0000	0.9	0.80570	15.5	0.19430
300	0.9808	1.0000	0.9	0.78639	17.3	0.21361
360	0.9785	1.0000	0.9	0.76102	19.0	0.23898

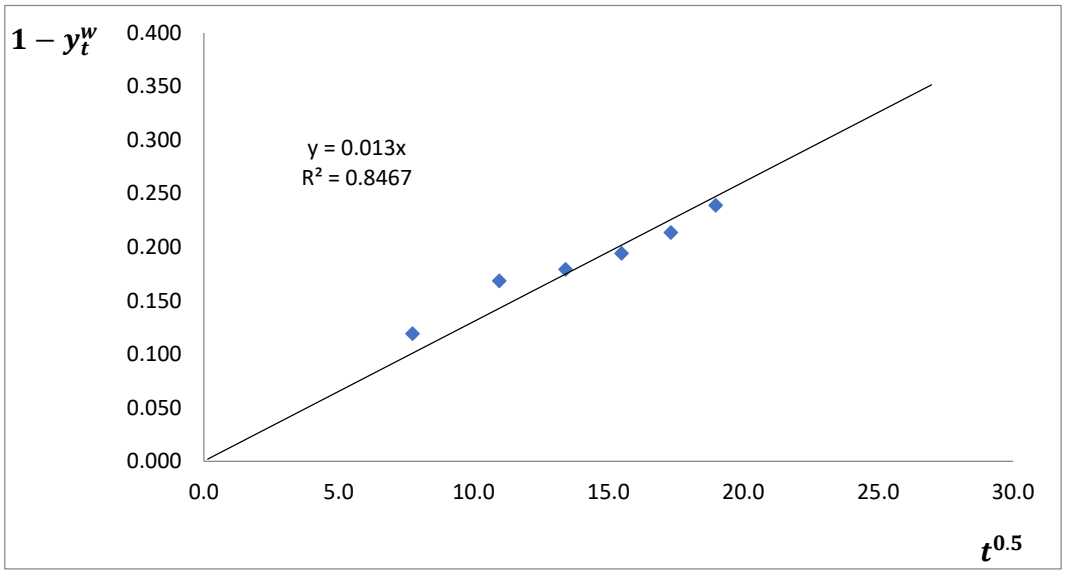

FIGURA N°29. Cinética de cambios de composición de la fracción liquida durante la obtención de un producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) a temperatura de 30°C y utilizando solución de 10% de NaCl.

TABLA N°17. Cinética de los cambios de composición de la fracción liquida en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) durante la deshidratación osmótica a temperatura de 35°C utilizando solución de 10% de NaCl.

t (seg.)	Z_t^w	Z_0^w	Z_0^w	y_t^w	$t^{0.5}$	$1 - y_t^w$
60	0.9876	1.0000	0.9	0.86265	7.7	0.13735
120	0.9839	1.0000	0.9	0.82106	11.0	0.17894
180	0.9807	1.0000	0.9	0.78503	13.4	0.21497
240	0.9804	1.0000	0.9	0.78228	15.5	0.21772
300	0.9798	1.0000	0.9	0.77575	17.3	0.22425
360	0.9768	1.0000	0.9	0.74190	19.0	0.25810

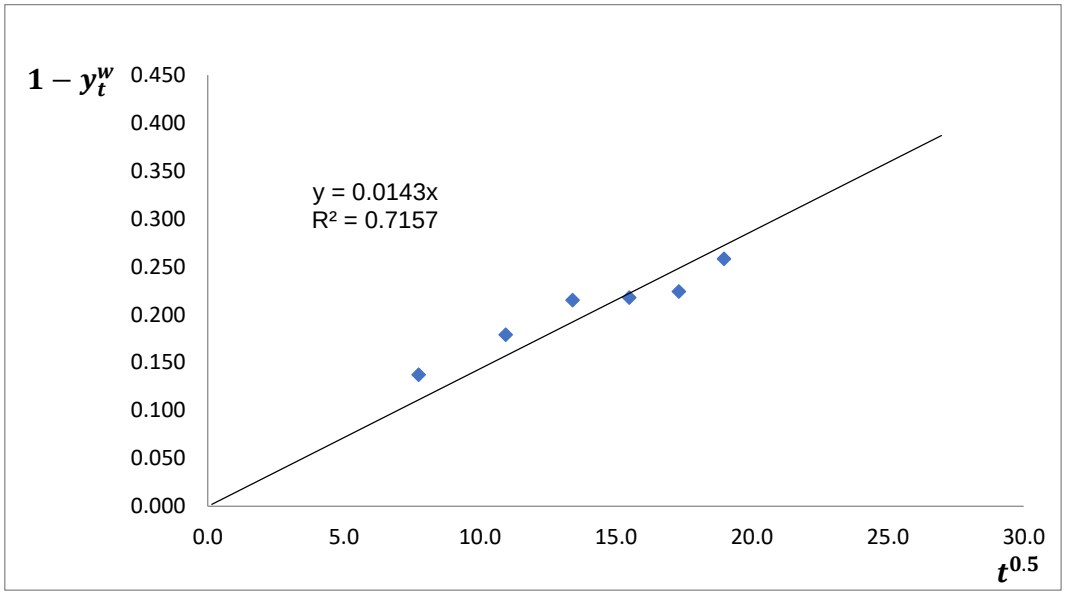

FIGURA N°30. Cinética de cambios de composición de la fracción liquida durante la obtención de un producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) a temperatura de 35°C y utilizando solución de 10% de NaCl.

TABLA N°18. Valores de la fuerza impulsadora reducida durante el tiempo de proceso de todos los tratamientos en la DO en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) utilizando cloruro de sodio (NaCl) en la solución osmótica.

La ecuación de la recta resultante de presentar $(1 - y_t^w)$ versus $(t^{0.5})$ cuyos valores se encuentra en la TABLA N°18.

$Y_t^w = \frac{Z_t^w - y^w}{Z_0^w - y^w}$	Tiempo	$1 - Y_t^w$	$1 - Y_t^w$	$1 - Y_t^w$
	t^{05} ($s^{0.5}$)	25°C	30°C	35°C
10% NaCl **Y^w = 0.90**	7.7	0.10049	0.11925	0.13735
	11.0	0.12875	0.16854	0.17894
	13.4	0.13887	0.17938	0.21497
	15.5	0.16098	0.19430	0.21772
	17.3	0.17565	0.21361	0.22425
	19.0	0.19708	0.23898	0.25810

TABLA N° 19. Constante cinética de De en la deshidratación osmótica en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA).

TEMERATURA (°C)		DEHIDRATACION OSMOTICA
		10%NaCl
25	R^2	0.9006
	K	0
	$Ax10^2$	1.06
	De x 10^9 m^2/s	2.197
30	R^2	0.8467
	K	0
	$Ax10^2$	1.30
	De x 10^9 m^2/s	3.335
35	R^2	0.7157
	K	0
	$Ax10^2$	1.43
	De x 10^9 m^2/s	4.035

Nota: R2 = coeficiente de correlación; A = pendiente de la recta (1 - yw= Ax+k)

En la TABLA N° 19, se han obtenidos difusividades efectivas en la fracción liquida de orden 2,197 X 10^{-9} a 4,035 X 10^{-9} m^2/s, la constante (k) es cero en la DO.

4.5. RESULTADO DE LA ENERGÍA DE ACTIVACIÓN Ea EN LOS REBANADOS DE *Daucus carota* (ZANAHORIA).

Para el cálculo de la Ea, La difusividad efectiva (De) se ajusta a una ecuación tipo Arrhenius (ecuación 31) para los tratamientos a una concentración de cloruro de sodio (NaCl). El modelo se presenta en las siguientes ecuaciones [94].

$$\mathrm{De_t} = \mathrm{De_0}.\,\mathrm{e}^{-\mathrm{Ea/R}} \ \ldots(34)$$

Aplicando Logaritmo neperiano a la ecuación (34) se obtiene la siguiente ecuación:

$$\mathrm{LnDe_t} = \mathrm{LnDe_0} + (-\mathrm{Ea/R})\ 1/T \ldots(35)$$

A partir de la ecuación 35 podemos calcular la energía de Activación que mide la influencia de la temperatura de proceso sobre la difusividad efectiva del agua-Cloruro de sodio (NaCl).

Los datos que resultan en la tabla N° 03, es una línea recta que se encuentra para la solución osmóticas con 10% de NaCl.

Con los valores de la pendiente de la ecuación de la recta podemos calcular la energía de activación (Ea)

Los valores de la energía de activación que se encuentra en este trabajo de investigación es de 11.12Kcal/mol (46.53KJ/mol) para 10% de NaCl. Asimismo, los valores de difusividad son similares a los encontrados en la literatura (Tabla 7. Influencia de la temperatura sobre la difusividad efectiva en los rebanados de *Arapaima gigas* en todos los tratamientos para el cálculo de energía de activación Ea.) (91).

.

TABLA N°20. Valores de Ln De para la recta de regresión y el coeficiente de determinación R^2 para el cálculo de la energía de activación de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado.

	TRATAMIENTO	De(m^2/s)	R^2	Ln De
T1	10% NaCl y 25°C	2,197 X 10^{-9}	0.9006	-19.94
T2	10% NaCl y 30°C	3,335X 10^{-9}	0.8467	-19.52
T3	10% NaCl y 35°C	4,035 X 10^{-9}	0.7157	-19.33

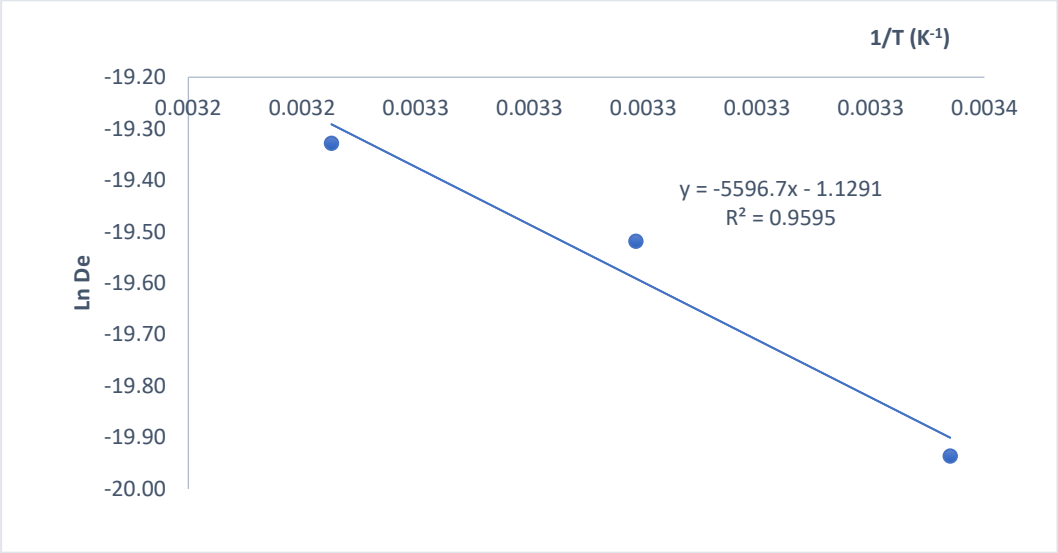

FIGURA N°31. Efectos de la temperatura y la concentración de cloruro de sodio en solución osmótica sobre el coeficiente de difusividad efectiva en todos los tratamientos realizados.

TABLA N°21. Influencia de la temperatura sobre la difusividad efectiva en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) en todos los tratamientos para el cálculo de energía de activación Ea.

SOLUCIÓN OSMÓTICA (NaCl)		DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA
		10%
TEMPERATURA (k)	Pendiente	-5596.7
	Ordenada de origen	-1.1291
	R^2	0.9595
	R(Kj/mol.K)	$8{,}3144x10^{-3}$
	R(Kcal/mol.K)	$1{,}9872x10^{-3}$
	E_a (Kj/mol)	46.53
	E_a (Kcal/mol)	11.12

Además, los cálculos para difusividades nos dicen que a mayor temperatura hay mayor difusividad efectiva del agua y solidos solubles en los rebanados de zanahoria, sin embargo, lo más coherente en la impregnación de sal y perdida de agua por el efecto de la D.O como una transferencia de masa, la temperatura de 30°C no da una difusividad promedio que nos da el alcance de poder trabajar muy ordenadamente con los equipos.

4.6. RESULTADO DEL BALANCE DE MASA EN LOS REBANADOS DE *Daucus carota* (ZANAHORIA)

TABLA N°22. Balance de masa de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) en la deshidratación osmótica.

	H_2O + NaCl	PESO
25°C	-0.0722	-0.0736
	-0.0924	-0.0944
	-0.1000	-0.0957
	-0.1109	-0.1027
	-0.1143	-0.1055
	-0.1198	-0.1111
30°C	-0.1320	-0.1323
	-0.1416	-0.1357
	-0.1485	-0.1442
	-0.1538	-0.1481
	-0.1597	-0.1510
	-0.1684	-0.1594
35°C	-0.1647	-0.1405
	-0.1772	-0.1543
	-0.1801	-0.1590
	-0.1844	-0.1619
	-0.1898	-0.1675
	-0.1916	-0.1701

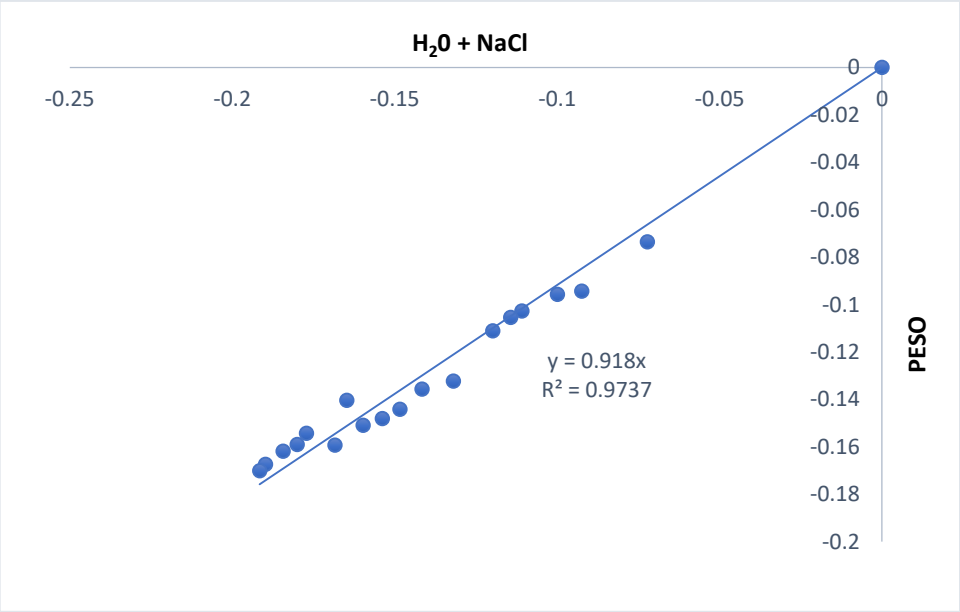

FIGURA N°32. Balance de masa de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) en la deshidratación osmótica.

La tabla N° 22 nos reporta los resultados del balance de masa, desarrollados durante la obtención de un producto mínimamente procesado a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA). Es de esperar que se tiene que llegar a un equilibrio con los valores cercanos a 0, con relación a la perdida de humedad, ganancia de solidos solubles (NaCl) con la pérdida de peso.

La figura N° 32 nos reporta los datos obtenidos en el cuadro anterior, los valore puntuales del grafico son casi que siguen la recta de la diagonal de XY, significando el equilibrio entre estas dos variables.

X = Humedad + NaCl

Y = Pérdida de peso.

4.7. RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO

TABLA N°23. Resultados de los análisis físicos químicos de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado.

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO	*Daucus carota* (ZANAHORIA) MÍNIMAMENTE PROCESADO
Ceniza %	2.56
pH	6.64
Acidez %	0.0245
Humedad %	85.84
Proteína %	1.47
Grasa %	0.48
Carbohidratos%	9.13

La tabla N° 23 nos reporta los resultados del análisis físico – químico de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado, que ha tenido 360 segundos de proceso trabajado con una S.O de 10% de NaCl, una temperatura de 30°C y refrigerado a 5°C durante 15 días. Este cuadro nos explica que los rebanados como es de esperar contiene poca concentración de grasa de 0.48%, proteína de 1.47% y con una concentración de carbohidratos de 9.13%.

4.8. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE RETINOL Y B – CAROTENO

TABLA N° 24. Resultados de Retinol y β - caroteno en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado en almacenamiento a temperatura de 5°C.

T° (°C)	DÍAS	RETINOL (µg)	β- CAROTENO(µg)
5	0 (SIN PROCESAR)	1496	253
	0	1440	252
	3	1213	212
	6	1060	213
	9	961	186
	12	871	167
	15	277	41

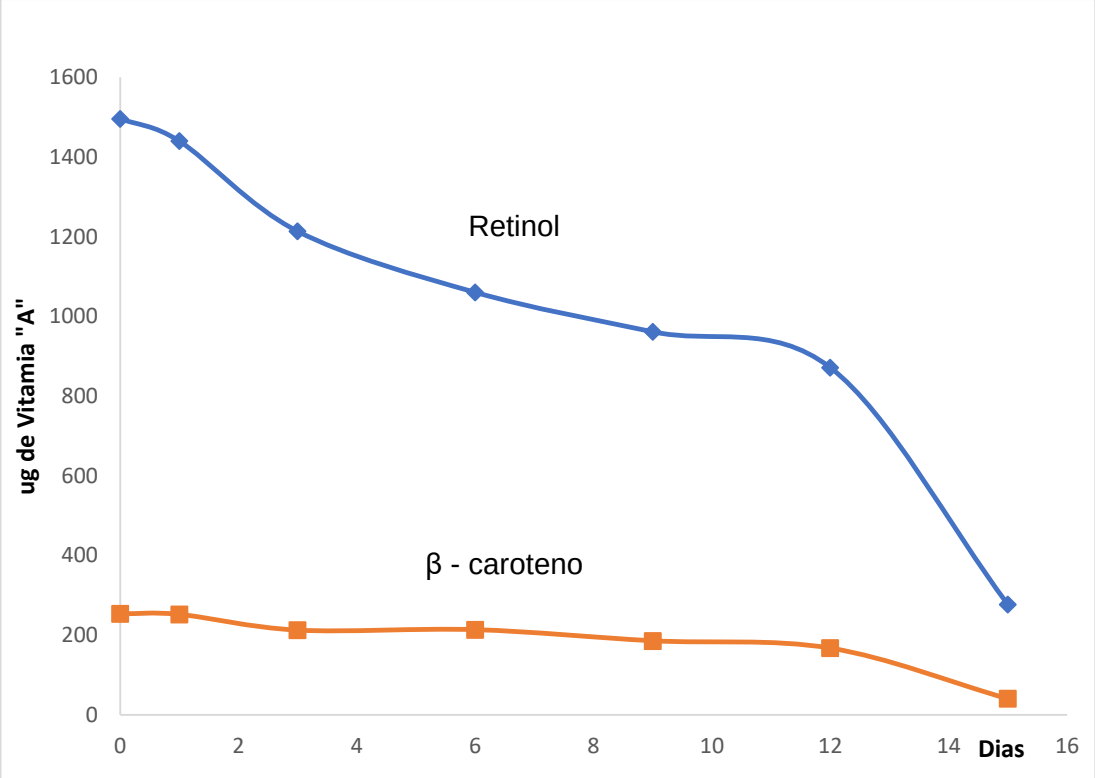

FIGURA N°33. Variación de Retinol y β - caroteno en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado en almacenamiento a temperatura de 5°C.

La tabla N° 24 nos reporta la evolución del retinol y el β-caroteno durante el almacenamiento en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado con un espesor de 5mm. En donde el retinol tiene una disminución significativa en los 15 días de almacenamiento a 5°C. El β-caroteno tiene también una disminución significativa durante el almacenamiento a 5°C, pudiéndose definirse que si relacionamos el β-caroteno como el nutriente significativo de *Daucus carota* (ZANAHORIA), se podría decir que hasta el día 12 se podría tener en refrigeración manteniendo contenidos elevados de β-caroteno.

La figura N° 33, la variación del retinol y el β-caroteno nos explica que hasta el día 12 y almacenado a 5°C, es fructífero el consumo de un producto de 4ta gama a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA) tanto en relación al Retinol como al β-Caroteno.

4.9. RESULTADOS DE ANÁLISIS SENSORIAL

TABLA N°25. Resultados de análisis sensorial de la **TEXTURA** en rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado en almacenamiento a temperatura de 5°C.

T° (°C)	DÍAS	Juez 01	Juez 02	Juez 03	Juez 04	Juez 05	Juez 06	Juez 07	Juez 08	Juez 09	Juez 10
5	0	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
	3	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4
	6	3	4	4	5	4	5	5	4	4	5
	9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	12	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	15	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4
	18	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4

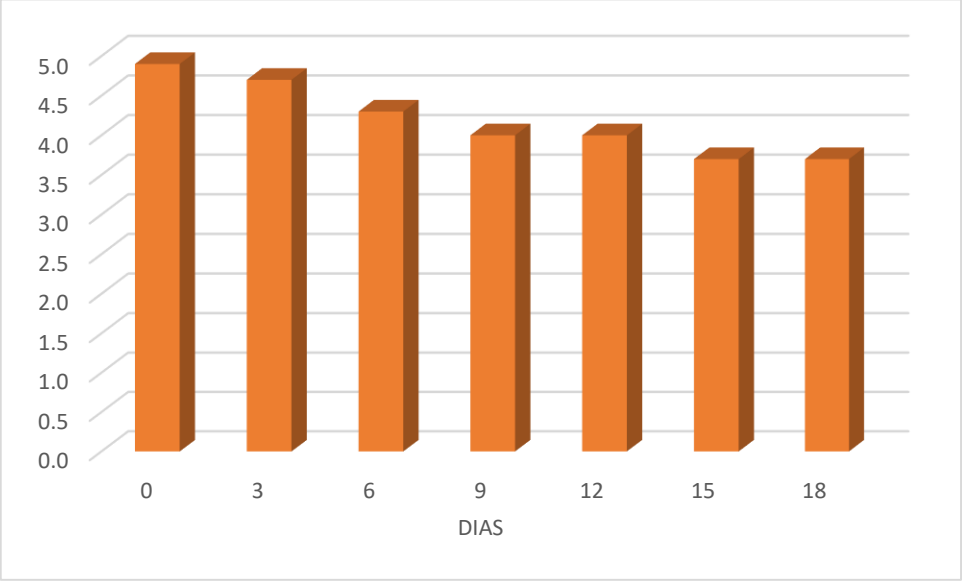

FIGURA N°34. Resultados de análisis sensorial de la **TEXTURA** en rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado en almacenamiento a temperatura de 5°C.

TABLA N°26. Resultados de análisis sensorial de **SABOR** salado en rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado en almacenamiento a temperatura de 5°C.

T° (°C)	DÍAS	Juez 01	Juez 02	Juez 03	Juez 04	Juez 05	Juez 06	Juez 07	Juez 08	Juez 09	Juez 10
5	0	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
	3	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5
	6	5	5	4	5	4	5	5	4	4	5
	9	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4
	12	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	15	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4
	18	3	4	4	3	4	3	4	4	3	4

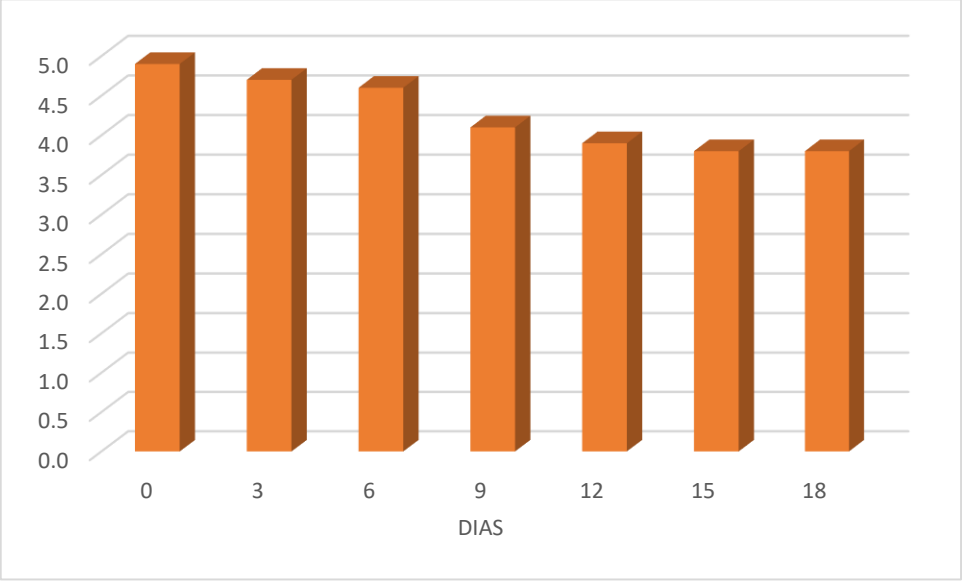

FIGURA N°35. Resultados de análisis sensorial del **SABOR** salado en rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado en almacenamiento a temperatura de 5°C.

TABLA N°27. Resultados de análisis sensorial de **OLOR** en rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado en almacenamiento a temperatura de 5°C.

T° (°C)	DÍAS	Juez 01	Juez 02	Juez 03	Juez 04	Juez 05	Juez 06	Juez 07	Juez 08	Juez 09	Juez 10
5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
	6	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4
	9	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	12	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	15	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
	18	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4

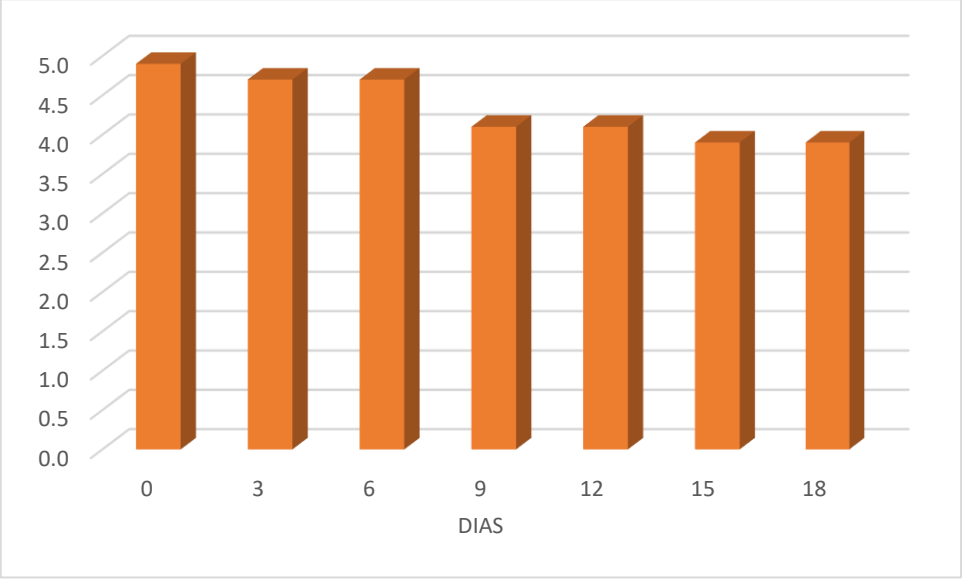

FIGURA N°36. Resultados de análisis sensorial del **OLOR** en rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado en almacenamiento a temperatura de 5°C.

TABLA N°28. Resultados de análisis sensorial de **COLOR** en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado en almacenamiento a temperatura de 5°C.

T° (°C)	DÍAS	Juez 01	Juez 02	Juez 03	Juez 04						Juez 05
5	0	5	5	5	5						5
	3	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4
	6	3	5	5	5	5	5	5	5	5	4
	9	5	5	5	5	4	5	4	4	4	4
	12	4	4	5	4	4	4	4	3	3	4
	15	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3
	18	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3

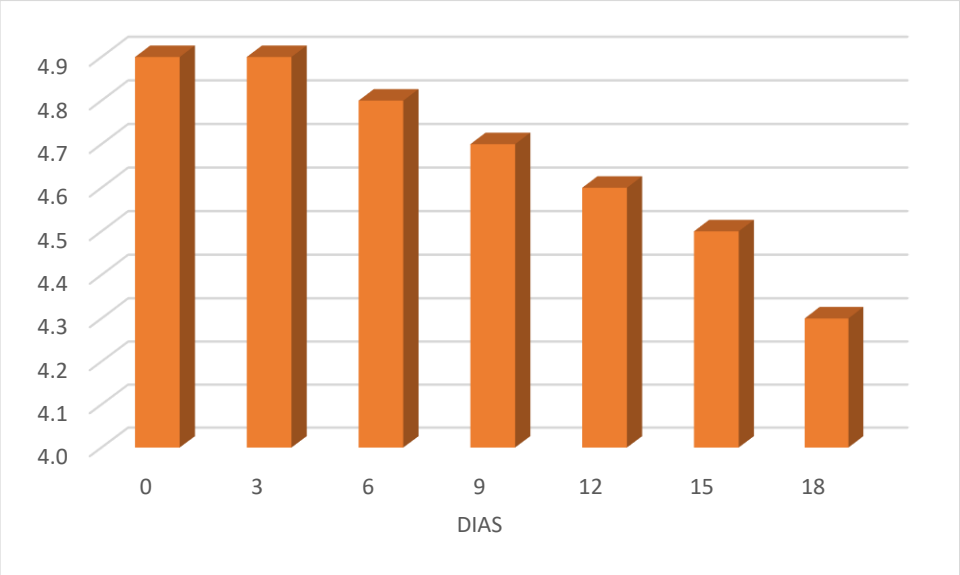

FIGURA N°37. Resultados de análisis sensorial del **COLOR** en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado en almacenamiento a temperatura de 5°C.

TABLA N°29. Resultados de la variación del **COLOR** en los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado en almacenamiento a temperatura de 5°C.

T° (°C)	DÍAS	ZANAHORIA MP	DESCRIPCIÓN
30	0		Muestras frescas al 0 día de Almacenamiento a 5 °C, el tono del color naranja de los rebanados es brillante, propio de una zanahoria pre cocida, con el contenido de β - caroteno completo
	3		Muestras frescas al 3 día de Almacenamiento a 5 °C, el tono del color naranja de los rebanados es brillante, se mantiene igual, que en el tiempo cero es poco perceptible la variación.
	6		Muestras frescas al 6 día de Almacenamiento a 5 °C, el tono del color naranja de los rebanados se observa una ligera variación del tono, es menos brillante.

	9		Muestras frescas al 9 día de Almacenamiento a 5 °C, el tono del color naranja de los rebanados se observa una ligera variación del tono, es menos brillante y más claro.
	12		A los 12 días de almacenamiento los rebanados mantiene todavía su tono de color, su brillantez, muy apreciado por el consumidor.
	15		A los 15 días de almacenamiento los rebanados mantiene todavía su tono de color, su brillantez, muy apreciado por el consumidor.

El análisis sensorial durante el almacenamiento es representado por las tablas del 25 – 29. Tanto en la tabla N° 25 y la figura N° 34, explican el comportamiento de la textura durante el almacenamiento, las variaciones no son significativas mantienen su textura durante los 15 días de almacenamiento. La tabla N° 26 y la figura N° 35, explican el comportamiento de un PMP almacenando a una temperatura de 5°C, con relación a su sabor salado las diferencias no son significativas, es decir que mantiene su impregnación de sal (NaCl). La tabla N° 27 y la figura N° 36, no reporta el comportamiento del olor de un PMP almacenando durante 15 días a una temperatura de 5°C y las diferencias no son significativas en relación a este atributo. La tabla N° 28 y la figura N° 37, no reporta el comportamiento del color de un PMP almacenando durante 15 días a una temperatura de 5°C. Los resultados explican que existe una pequeña variación del tono del color, haciéndose más oscura conforme va aumentado los días de almacenamiento, a partir del día 15 va perdiendo su brillantes.

4.10. RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLOGICO

TABLA N°30. Resultados del análisis microbiológico de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) mínimamente procesado.

PRUEBA MICROBIOLÓGICA	ZANAHORIA MÍNIMAMENTE PROCESADO	REQUISITOS PERMITIDOS POR NORMA	
	Limite por g	**Limite por g**	
Recuento de bacterias aerobios mesófilos (UFC/g a 35°C)	$3.0x\ 10^2$	10^4	10^6
Coliformes totales (NMP/g a 35°C)	< 3	10	10^2
Salmonella sp.	Ausencia en 25g.	Ausencia en 25g.	-

La tabla N° 30 reporta los valores de recuento de bacterias aerobios mesófilos, Coliformes totales y Salmonella sp, que durante el almacenamiento no han sobrepasado los límites permitidos por la NTS N° 071 – MINSA/DIGES. V. 01.

CAPITULO V. CONCLUSIONES

1. La zanahoria es una hortaliza muy rica en Retinol y β - Caroteno, dando una atracción al consumidor por el color naranja que tiene y la utilización en diferentes platillos en estado fresco.

2. Las características físicas y organoléptica del *Daucus carota* (ZANAHORIA) es muy apropiado para hacer presentado como un producto de 4ta gama, dado su característica de color atrayente y su textura que puede resistir manipulaciones severas.

3. Se ha caracterizado mediante análisis físico - químico los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) como un producto de 4ta gama, destacándose el valor de Retinol y β - Caroteno como componentes fundamentales, se mantiene los niveles apropiados de un alimentico rico en Retinol (871µg) y β – Caroteno (167µg)

4. Se ha determinado el flujo de proceso para la obtención de un producto de 4ta gama a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA).

5. La cinética de transferencia de masa en relación al agua y la ganancia de solidos solubles (NaCl), tiene muy buenos resultados, a temperatura de proceso de 30°C.

6. La cinética de los cambios composicionales de la fracción liquida de los rebanados de *Daucus carota* (ZANAHORIA) puede explicarse a través de la relación lineal de $(1 - Y_t^w)$ vs la $t^{0.5}$, para tiempos (120, 240 y 360 segundos) muy cortos de procesos con dos coeficientes cinéticos A = coheficiente cinético con dimensuiones ($S^{-0.5}$) y K = coeficiente adimensional.

7. Se ha calculado las difusividades efectivas en la fracción líquida en los rebanados de zanahoria a partir de los coeficientes cinéticos, encontrándose los valores para cada tratamiento con NaCl que varía entre (2.197 $x10^{-9}m^2/s$ y $4.035x10^{-9}m^2/s$).

8. Se observa que hay aumento en la difusividad efectiva conforme aumenta la temperatura de proceso en relación a 25, 30 y 35°C.

9. Se ha determinado el valor de la energía de activación que es de 11.12Kcal/mol (46.53KJ/mol) para 10% de NaCl.

10. Durante el almacenamiento se ha determinado que la vida útil del producto es de 12 días en refrigeración a 5°, por cuanto el color, la textura, el sabor se mantiene y los niveles de microorganismos están por debajo de la NTS N° 071 – MINSA/DIGES. V. 01.

CAPITULO VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar más estudios científicos en relación frutas y hortalizas tropicales amazónicos, ser estudiados como productos de 4ta gama, por cuanto Loreto - Iquitos es una ciudad con costumbres de consumo en vivanderias.

2. Se recomienda a la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana que investigue más en este campo de investigación en productos de 4ta gama tanto frutas, verduras y carnes.

3. Se recomienda aplicar las buenas prácticas de manufactura y el sistema HACCP para este tipo de producto.

4. Se recomienda a la facultad de industrias alimentarias dar charlas, curso, seminarios sobre productos de la 4ta gama en frutas, verduras, hortalizas y carnes.

CAPITULO VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Dussán-Sarria S, Garcia-Mogollon C, Gutiérrez-Guzmán N. Cambios Físico-Químicos y Sensoriales Producidos por el Tipo de Corte y Empaque en Zanahoria (Daucus carota L.) Mínimamente Procesada. Información Tecnológica [Revista on-line] 2015. [Consultado 15 de febrero de 2016]; 26(3), 63-70; Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642015000300010&script=sci_arttext
2. Campo G, Caporgno M. Degradación de vitamina a y carotenoides en zanahorias (daucus carota) mínimamente procesadas. [Consultado 29 de marzo de 2016]; Disponible en: http://www.edutecne.utn.edu.ar/cytal_frvm/CyTAL_2006/Archivos/TF07%20degradaci%C3%B3n%20de%20vitamina.pdf
3. Rodríguez- Amaya. A guide to carotenoid analysis in foods. Universidade Estadual de Campinas C.P. 6121, 13083-970 Campinas, SP., Brasil. 2001.
4. Thompson, H.C., and W.C. Kelly, Vegetables Crops, McGraw – Hill, New York, 1957.
5. FAO, Production Yearbook, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, 1990.
6. *Delgado de la flor, F; Toledo, J; Casas, A. Datos básicos de cultivos hortícolas. Universidad Nacional Agraria la Molina. 1982.*
7. Rodriguez, G.R., B.L. Raina, E.B. Pantastico, and M.B. Bhatti, Quality of raw material for processing – postharvest physiology : Harvest índices, in Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables (E.B. Pantastico, Ed.), AVI, Westport, CT, 19975, p. 56.
8. Bose, T.K., and M.G. Som, Vegetable Crops in India, Naya Prokash, Calcutta, India, 1986.
9. Tirilly Y y Bourgeois C. Tecnología de las hortalizas. Universidad pública de navarra. Editorial Acribia. Zaragoza – España. 2002.
10. Brar, J.S., and K.S. Nandpur, Cultivation of Rood Crops, Punjab Agricultural University, Ludhiana, India, 1972.
11. Yamaguchi, M., World Vegetables: Principles, Production, and Nutrition Values, AVI, Westport, CT, 1983, p. 204.
12. Kale, P.N., and J. Kale, Bhajipala Utpadan, Continental Pub. Co., Pune, India, 1984.
13. The Wealth of India: Raw Materials, Council of Scientific and Industrial Research, New Delhi, India, 1952, p. 21.

14. Howard, F.D., J.H. MacGillvray, and M. Yamaguchi, Nutrient composition of fresh California Grown vegetables. Bull. No 788, Calif. Agric. Expt. Stn, University of California, Berkley, 1962.
15. Golapan, C., B.V. Ramasastry, and S.C. Balasubremanian, Nutritive Value of Indian Foods, National Institute of Nutrition, Hyderrabad, India, 1991, p. 47.
16. Gill, H.S, and A.S. Kataria, Some biochemical studies in European and Asiatic varieties of carrots (Daucus carota), Current Sci. 43:184 (1974).
17. Kaur, G., S.P Jaiswal, K.S. Brar, and J.C. Kumar, Physico – Chemical characteristics of some important varieties of carrots, Indian Food Packer 30(2):5 (1976).
18. Simon, P.W., and R.C. Lindsay, Effect of processing upon objective and sensory variables of carrots, J. Am. Soc. Hort. Sci. 108(6): 928 (1983).
19. Kalra, C. L., S.G. Kulkarni, and S.K. Berry, The carrot, popular root vegetable, Indian Food Packer 41(6):48 (1987).
20. Kochar, G.K., and K.K. Sharma, Fiber content and its composition in commonly consumed Indian vegetables and fruits, J. Food Sci. Technol. 29(3): 187 (1992)
21. Robertson, J.A., M.A. Eastwood, and M.M. Yeoman, Ann investigation roto the dietary fiber content of normal varieties of caarrots at different developmental stages, J. Agric. Food Chem. 39(1): 388 (1979).
22. Miedzobrodzka, A., E. Cieslik, and E. Sikora, Changes in the contenta of nitrate and nitries in carrot roots during storage in a clame, Rocz. Panstw. Zakl. Hig. 43(1):33 (1992).
23. Mazza, G., and E. Miniati, Roots, tubers, and bulbs, in Anthocyanins in Fruits, Vegetables, and Grains, CRC Press, Boca Raton, FL, 1993, p. 265.
24. Harborne, J.B., A unique pattern of anthocyanins in Daucus carota and other Umbelliferae, Biochem. Syst. Ecol. 4:31 (1976)
25. Simon, P.W., and X. Y Wolff, Carotene in typical and dark orange carrots, J. Agric. Food Chem. 35(6): 1017 (1987).
26. Gabelman, W. H., The prospecta for genetic engineering to improve nutritional values, en Nutritional Quality of Fresh Fruit and vegetables, (P. White, ed.), Futura Pub. Co., New York, 1974, p. 147.
27. Laferriere, L, and W.H. Gabelman, Inheritance of color, total carotenoids, carotene, and β – carotene in carrots (Daucus carota L.), J. Am. Soc. Hort. Sci. 96(1):408 (1968).
28. Heinonen, M.I., Carotenoids and provitamin A activity of carrots (Daucus carota L.) cultivars, J. Agric. Food Chem. 38(3):609 (1990).

29. Boletín estadístico de producción agrícola, pecuaria y avícola, marzo 2016. Ministerio de agricultura y riego. [Consultado 14 de agosto de 2016]; Disponible en: http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/prod-agricola-pecuaria-avicola/2016/boletin-produccion-comercializacion-avicola-marzo2016.pdf.
30. Boletín estadístico de producción agrícola, pecuaria y avícola, diciembre 2016. Ministerio de agricultura y riego. [Consultado 14 de agosto de 2016]; Disponible en: http://siea.minag.gob.pe/siea/sites/default/files/produccion-agricola-pecuaria-avicola-dic16_2_0.pdf
31. Hasselbring, H., Carbohydrate transformation in carrot during storage, Plant Physiol. 2:225 (1927).
32. Phan, C.T., H. Hsu, arad S.K. Sarkar, Physical arad chemical changes occurring in the carrot root during storage, Can. J. Plant Sci. 53:635 (1973).
33. Simon, P.W., Genetic effects ora the flavor of stored carrot, Acta Hort. 163: 137 (1984).
34. Denny, F. E., N.C. Thornton, arad E.M. Schroeder, The effect of carbon dioxide upon the changes in sugar content of certain vegetables on cold storage, Contrib. Boyce Thompson Inst. 13:295 (1944).
35. Carlton, B.C., C. E. Peterson, arad N.E. Tolbert, Effect of ethylene arad oxygen on production of bitter compounds by carrot root, Plant Physiol. 36: 550 (1961).
36. Sarkar, S.K., arad C.T. Phan, naturally occurring and ethylene induced phenolic compounds in the carrot root, J. Food Prot. 42:526 (1979).
37. Plantenius, H., Physiological and chemical changes in carrots during growth and storage, Cornell Memoir No. 161 (1934).
38. Toivonen, P.M.A., M.K. Upadhya, and M.M. Gaye, Low temperature preconditioning to improve shelf – life of fresh market carrots, Acta Hort. 343:339 (1993).
39. Pantastico, E.B., T.K. Chattopadhyay, and H. Subramanyam, Storage and commercial.
40. Raghavan, G.S.V., R. Bovell, and M. Chayet, Storability of fresh carrots in a simulated jacketed storage, Trans. ASAE 23:1521 (1980).
41. Kader A. Tecnología Post cosecha de cultivos hortofrutícolas y de los productos vegetales minimamente procesados. II. Curso Internacional en Cartagena. España. 2009.
42. Ferrato A. Hortalizas mínimamente procesadas o de IV gama. Rev. Agro mensajes. Facultad de Ciencias Agrarias. U.N. Rosario. Argentina. 2012

43. Artes F. Panorámica actual de la Post cosecha hortofrutícola y de los productos vegetales mínimamente procesados. II. Curso Internacional en Cartagena – España. 2008.
44. Quagliani, A. Zuliani, S. Venta de hortalizas frescas envasadas 5(8). Rosario – Argentina. 2002.
45. Rolle, R.S. and G.W. Chism III. Physiological consequences of minimally processed fruit and vegetables. J. food Quality. 1987. 10: 157 – 177.
46. Anón. Caractéristiques techniques des légumes de IV^{e} gamme. In *La Qua-trieme Gamme,* 1989a. pp. 29-30. Paris: Centre Technique Interprofessional des Fruits and Legumes.
47. Anón. Guidelines for the development, production, distribution, and han-dling of refrigerated foods. Washington, DC: National Food Processors Associa-tion. 1989b. 63 pp.
48. Potter, N.N. Food Sience, 1968. pp. 177 – 226. Westport, CT: AVI now Van Nostrand Reinhold.
49. Lioutas, T.S. Challenges of controlled and modified atmosphere packaging: a food company´s perspective. Food Technol. 1998. 42(9): 78 – 88.
50. Huxsoll, C.C. and H.R. Bolin. Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetables. Food Technol. 1989. 43(3):124-135.
51. Hicks, K.B. and G.M. Sapers. Symposium on minimally processed fruits and vegetables. American Chemical Society Annual Meeting, New York, NY. 1991.
52. Cantwell, M. Physiology of cut fruits and vegetables. Abstract 10. American Chemical Society Annual Meeting, New York, NY. 1991.
53. Robert C, Wiley Ph. D. Frutas y Hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. 1ª ed. New York. Editorial Acribia S.A; 1997.
54. RASGOTI NK, RAGHAVARAO KSMS. Kinetics of osmotic dehydration under vacuum. *Lebens. Wiss. Technol.* (1996). 29: 669 – 672.
55. ZAPATA, J; CARVAJAL, L; OSPINA, N. Efectos de la concentración de solutos en relacion jarabe/fruta sobre la cinética de deshidratación osmótica de papaya en láminas. Intercencia, 2002. v. 27, n 5, p. 1 – 14.
56. BARAT, J; GRAU, A; FITO, P. Deshidratación osmótica de alimentos, Universidad Politécnica de Valencia, España, 1998. PAG. 12 – 35.
57. LERICI, C, L; 1985. Osmotic dehydration of fruit: Influence of osmotic agents on drying behavior and product quality. Journal of Food Science, V. 0, N°1, PP. 1217 – 1219.

58. OMOWAYE BIO, ADE. Osmotic Deshydration Behavior Of Red Paprika (*Capsicum annuum*, L). Journal of Food Science, 2002. V. 67, N°5, pag. 1790 – 1796.
59. GASPARETO, O; OLIVEIRA, E; MAGALHAES. Influencia del tratamiento osmótico en el secado de la banana “Nanica” (*Musa cavendishii,* L) en el secador de lecho fijo. Información tecnológica, 2004. vol. 15, n. 6, pag. 9 – 15.
60. BABOSA CANOVAC G, VEGA MERCADO H; Deshidratación de los alimentos. Editorial Acribia SA. Zaragoza - España. 2002.
61. UVIDIA ACHANCE O. Diseño del sistema industrial para la aplicación de tecnología de barreras en el procesamiento de porciones refrigeradas de Dorado (*Coryphaena hippurus*). Escuela Superior Politécnica de Litoral. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Ecuador. 2006.
62. GARCIA PINCHI, R. Obtención de un producto mínimamente procesado, de humedad baja e intermedia, crio conservadas de cuatro especies de peces amazónicos. Informes Semestrales Anuales – IIFIA – UNAP. IQUITOS. 2006.
63. OCHO MARTINEZ, AYALA APONTE, A. Modelos matemáticos de transferencia de masa en deshidratación osmótica. Ciencia y Tecnología Alimentaria, 2005. Vol 4, N°5, pag. 330 – 342.
64. AYALA APONTE ALFREDO, A. Efecto de la agitación sobre la deshidratación osmótica de pitahaya amarilla empleando soluciones e sacarosa. Ciencia Y tecnología de Alimentos. 2009. Vol. 34, N°7, pag. 492 – 496.
65. LENART, A; LEWICKI, P; PALACHA, Z. Water binding in the apple tissue during its difussive processing. En Dryng 86 Ed Mujundr A. Hemisphere. 1986. Pub. CO. 515 – 519.
66. WILEY, C.R. Minimalle processed refrigerated fruits & vegetables. Chapman & Hall. New York – USA. 1994. Pag. 66 – 127.
67. COLOMER Y IBARZ A. Tecnologías Osmóticas: Aplicación en los procesos de deshidratación de frutas – Alimentación, Equipos y Tecnologías. 1994. Oct. Pag. 73 - 78.
68. DIXON G.M Jen J.J PAYNTER V.A Taste Apple slices result from combinet osmotic – deshydration and vacuun - drying process. Food product development. 1976. pp. 60 – 66.
69. HAWKES, J. FLINK, JM. Osmotic concentration of food slices prior to freeze dehydration. Journal of food processiong and preservation; 1978. pp 256 – 284.

70. ISLAN, M.N; FLINK, J.M. Dehydrationof potatoes II. Osmotic concentration and its effecton air drying behavior. Journal of food technology. 1982. pp. 338 – 403.
71. BOLIN, H.R; HUXSOLL, C.C; JASKON, A; NG, KN. Effect of osmotic agents and concentration on fruit quality. Journal of foos science. Pag. 202 – 205.
72. LENART, A and FLINK, J.M. Osmotic concentration potatos. Criterio for the end point the osmotic process. Journal of food technology. 1984. Pp. 69 – 89.
73. LENART, A; LEWICKI, P.P; PALANCHA, Z. Water binding in the Apple tissue during its diffusive processing. En Drying 86 Ed Mujundar a. Hemisphere Pub. 1986. Co. 515 – 519.
74. KAREL M. Recent research and development in the field of mouisture foods. 1973.
75. ADAMBOUMNOU, T.L; CASTAIGNE, F; DILLON, J.C. Lowering the water activity of tropical vegetable by partial osmotic dehydration. Sciences of Aliments. 1983. Pag. 551 – 567.
76. LEVI, A; GAGEL, S; JUVEN B. Intermediate Moisture tropical ffruit products for developing countries. I. Technoligical data on papaya. Journal Food technology. 1983. 18(6): 667 – 685.
77. FITO, P. Modelling of vacuun osmotic dehydration of food. Journal of food engineering. 1994. 22: 323 – 328.
78. FITO, P; PASTOR, R. Non – Difusional mechanisms occurring during vacuun osmotic deshydration. Journal of food engineering. 1994. 21: 513 – 519.
79. PASTOR, R. Modelización de los fenómenos de transporte en la deshidratación osmótica. PhD. Universidad Politécnica de Valencia. España. 1994.
80. PENSABEN, J.M. Deshidratación osmótica al vacío de piña y mango. PhD. Universidad Politécnica de Valencia. España. 1994.
81. ACOSTA, E. Deshidratación osmótica de papaya, desarrollo de los productos mínimamente procesados. PhD. Universidad de las Palmas de Gran Canarias. 1996.
82. CRANK, J. The mathematics of Diffusion. Clarendon Press of Oxford. 2° Ed. 1975. ISBN 0- 19 – 853411 – 6.
83. FITO, P; CHRALT, A. Osmotic deshydration an approach to the modelling of solid food – liquid operations. 1997. En Food Engineering 2002. Ed. Pedro Fito Enrique, Ortega – Rodríguez, Gustano y Casanovas Chapman & Hall. New York.
84. FITO, P Y ANDRES. Curso de proceso de transferencia de material en la industria alimentaria. Profundización separatas no publicadas. Departamento de Tecnología de Alimentos – Universidad Politécnica de Valencia. España. 1997.

85. BARAT. Ingeniería de Matrices en Alimentos, uso de la funcionalidad de la estructura del agua en el desarrollo de productos alimenticios secos. 2001.
86. AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analytical of the Association Chemistry. 2012.
87. Sotero Erasmo V, García de Sotero D. Manual de Análisis Químico de Alimentos. Primera Edición. Iquitos, Perú 2009.
88. AENOR. Análisis Sensorial Normas UNE. Primera Edición. 1997.
89. NTS N° 071 – MINSA/DIGESA – V.01. Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiologicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano 2008. [Consultado: 04 de abril de 2016]. Disponible en: http://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2015/07/CRITERIOS-MICROBIOLOGICOS-RM-591-2008-MINSA.pdf
90. García Pinchi, R. 1998. Deshidratación Osmótica al vacío por pulso (PVOD) del Kiwi (Actinidia chinensis P.) PhD. Thesis, Polytechnic University, Valencia, Spain.
91. VÁSQUEZ C. Cinética de flujo y transferencia de masa de un producto mínimamente procesado a partir de la especie *Arapaima gigas* (PAICHE) [Tesis]. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Facultad de Industrias Alimentarias; 2011.
92. Reynaldo J. Silva Paz, Patricia A. Della Rocca, Osvaldo D. Tisocco, Rodolfo H. Mascheroni. Efecto de la temperatura sobre la transferencia de agua durante la deshidratación osmótica de papa (*Solanum tuberosum* L.). Proyecciones, 2014. [Consultado 05 de febrero de 2017]; 12(2), 37-44; Disponible en: https://www.frba.utn.edu.ar/wp-content/uploads/2016/05/octubre-pdf.pdf
93. BARAT, J; ALVARUIZ, M; CHIRALT, A; FITO, P. Aproximación a un modelo matemático de la operación de deshidratación de alimentos. I Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos. Ed. Ortega, E; Parada y Pedro Fito. Valencia – España. 1996.
94. GARCIA, R; SERRA, J; FITO, P. Pruebas preliminares en la deshidratación osmótica por pulso al vacío (PVOD) en rebanados de Kiwi. Revista conocimiento UNAP. 5(1). Iquitos. 1999.

CAPITULO VIII. ANEXO

8.1. Porcentaje de impregnación de sal (NaCl) a temperatura de 25°C y 10% de NaCl en relación a 2, 4 y 6min.

Muestra (Tiempo)	Peso muestra (g)	Gasto (ml)	Factor de Dilución	%NaCl	%NaCl Total
0 seg	5.0226	0.20	398.20	0.47	0.4708
	5.0003	0.21	399.98	0.49	
	5.1413	0.20	389.01	0.46	
60seg	5.0203	0.38	398.39	0.88561	0.8848
	5.1512	0.39	388.26	0.88581	
	5.1014	0.38	392.05	0.88299	
120seg	5.0363	0.46	397.12	1.06864	1.1306
	5.6503	0.55	353.96	1.1389	
	5.4341	0.55	368.05	1.1842	
180seg	5.8011	0.60	344.76	1.21012	1.2101
	5.3361	0.55	374.81	1.20594	
	5.3001	0.55	377.35	1.21413	
240seg	5.1613	0.60	387.50	1.36012	1.3942
	5.3707	0.65	372.39	1.41602	

	5.4069	0.65	369.90	1.40654	
300seg	5.3731	0.70	372.22	1.52426	1.5193
	5.0053	0.65	399.58	1.51939	
	5.4090	0.70	369.75	1.51414	
360seg	5.4952	0.80	363.95	1.70330	1.7027
	5.4996	0.80	363.66	1.70194	
	5.4966	0.80	363.86	1.70287	

8.2. Porcentaje de impregnación de sal (NaCl) a temperatura de 30°C y 10% de NaCl en relación a 2, 4 y 6min.

Muestra (Tiempo)	Peso muestra (g)	Gasto (ml)	Factor de Dilución	%NaCl	%NaCl Total
0 seg	5.0226	0.20	398.20	0.47	0.4708
	5.0003	0.21	399.98	0.49	
	5.1413	0.20	389.01	0.46	
60seg	5.1055	0.42	391.73	0.962	0.9352
	5.0617	0.40	395.12	0.925	
	5.0949	0.40	392.55	0.919	
120seg	5.0762	0.58	394.00	1.337	1.3104
	5.0107	0.56	399.15	1.308	

	5.0013	0.55	399.90	1.287	
180seg	5.0475	0.60	396.24	1.391	1.3952
	5.0383	0.60	396.96	1.393	
	5.0090	0.60	399.28	1.401	
240seg	5.1045	0.65	391.81	1.490	1.5017
	5.0247	0.65	398.03	1.514	
	5.0157	0.65	398.75	1.516	
300seg	5.0344	0.68	397.27	1.580	1.6490
	5.0363	0.75	397.12	1.742	
	5.0418	0.70	396.68	1.624	
360seg	5.1504	0.80	388.32	1.817	1.8413
	5.2069	0.85	384.11	1.910	
	5.2102	0.80	383.86	1.796	

8.3. Porcentaje de impregnación de sal (NaCl) a temperatura de 35°C y 10% de NaCl en relación a 2, 4 y 6min.

Muestra (Tiempo)	Peso muestra (g)	Gasto (ml)	Factor de Dilución	%NaCl	%NaCl Total
0 seg	5.0226	0.20	398.20	0.47	0.4708

	5.0003	0.21	399.98	0.49	
	5.1413	0.20	389.01	0.46	
60seg	5.0277	0.50	397.80	1.16	1.0401
	4.5288	0.45	441.62	1.16	
	4.4198	0.30	452.51	0.79	
120seg	5.0210	0.60	398.33	1.40	1.3602
	5.0062	0.50	399.50	1.17	
	5.0233	0.65	398.14	1.51	
180seg	5.0066	0.70	399.47	1.64	1.6312
	5.0271	0.65	397.84	1.51	
	5.0286	0.75	397.73	1.75	
240seg	5.0138	0.64	398.90	1.49	1.6496
	5.0326	0.80	397.41	1.86	
	5.5005	0.75	363.60	1.60	
300seg	5.1028	0.75	391.95	1.72	1.6953
	5.4242	0.81	368.72	1.75	

	5.4203	0.75	368.98	1.62	
360seg	5.2163	0.85	383.41	1.91	1.9538
	5.0219	0.85	398.26	1.98	
	5.4513	0.92	366.88	1.97	

8.4. Cálculo de la pérdida de humedad a temperatura de 25°C y 10% NaCl.

Muestra (Tiempo)	Muestra Inicial (w_o)	Muestra Final (w_t)	Contenido puntual de agua final X_t^w	Contenido puntual de agua inicial X_0^w	Muestra Inicial (m_0)	Muestra Final (m_t)	Pérdida de agua ΔM_t^w	Promedio
0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	
60seg	4.3242	0.5552	0.8716	0.8879	7.1662	6.6591	-0.0780	-0.0803
	4.1000	0.5204	0.8731	0.8879	6.1717	5.6896	-0.0830	
	4.6119	0.5961	0.8707	0.8879	6.9602	6.4598	-0.0798	
120seg	4.1007	0.5355	0.8694	0.8879	6.7298	6.1163	-0.0977	-0.1027
	4.4909	0.6050	0.8653	0.8879	6.7778	6.0996	-0.1092	
	4.7212	0.6295	0.8667	0.8879	6.6646	6.0510	-0.1010	
180seg	4.6503	0.6445	0.8614	0.8879	6.7703	6.1200	-0.1092	-0.1109
	4.0544	0.5808	0.8567	0.8879	6.3114	5.7377	-0.1090	
	4.0806	0.5730	0.8596	0.8879	6.7467	6.0705	-0.1145	
240seg	4.1613	0.5903	0.8581	0.8879	6.2764	5.6550	-0.1147	-0.1234
	4.1301	0.6196	0.8500	0.8879	6.6094	5.8236	-0.1390	
	4.0337	0.6139	0.8478	0.8879	6.2971	5.7298	-0.1165	
300seg	4.2012	0.6334	0.8492	0.8879	7.2425	6.4207	-0.1350	-0.1279
	4.0033	0.6088	0.8479	0.8879	6.7925	6.1645	-0.1184	
	4.4154	0.6553	0.8516	0.8879	6.7726	6.0247	-0.1304	
360seg	4.3046	0.6524	0.8484	0.8879	7.4431	6.5951	-0.1361	-0.1349
	4.4060	0.6810	0.8454	0.8879	6.9148	6.1401	-0.1372	
	4.5756	0.6984	0.8474	0.8879	7.2174	6.4427	-0.1315	

8.5. Cálculo de la pérdida de humedad a temperatura de 30°C y 10% NaCl.

Muestra (Tiempo)	Muestra Inicial (w_o)	Muestra Final (w_t)	Contenido puntual de agua final X_t^w	Contenido puntual de agua inicial X_0^w	Muestra Inicial (m_0)	Muestra Final (m_t)	Pérdida de agua ΔM_t^w	Promedio
0 seg	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	
60seg	2.0259	0.2533	0.8750	0.8879	7.2780	6.2532	-0.1361	-0.1401
	2.2508	0.3405	0.8487	0.8879	6.5261	5.5007	-0.1725	
	2.0024	0.2769	0.8617	0.8879	6.2726	5.6514	-0.1115	
120seg	2.0150	0.2758	0.8631	0.8879	6.8631	5.8964	-0.1464	-0.1529
	2.1032	0.3476	0.8347	0.8879	6.8442	5.9820	-0.1583	
	2.1989	0.3218	0.8537	0.8879	6.8692	5.9056	-0.1540	
180seg	2.0102	0.3079	0.8468	0.8879	7.0818	6.0454	-0.1650	-0.1604
	2.0559	0.3138	0.8474	0.8879	6.8435	5.9091	-0.1562	
	2.0215	0.2907	0.8562	0.8879	7.0356	5.9819	-0.1599	
240seg	2.0295	0.3094	0.8475	0.8879	6.9540	5.9398	-0.1640	-0.1667
	2.0629	0.3295	0.8403	0.8879	7.1349	6.1902	-0.1589	
	2.1012	0.3106	0.8522	0.8879	6.6917	5.5802	-0.1773	
300seg	1.1703	0.1862	0.8409	0.8879	6.8341	5.8313	-0.1704	-0.1737
	1.0307	0.1634	0.8415	0.8879	6.9334	5.7776	-0.1867	
	1.3075	0.2074	0.8414	0.8879	7.1921	6.1878	-0.1640	
360seg	1.4222	0.2196	0.8456	0.8879	6.8616	5.8315	-0.1693	-0.1839
	0.8873	0.1385	0.8439	0.8879	7.0826	5.8250	-0.1938	
	0.6095	0.1078	0.8231	0.8879	6.6759	5.6713	-0.1886	

8.6. Cálculo de la pérdida de humedad a temperatura de 35°C y 10% NaCl.

Muestra (Tiempo)	Muestra Inicial (w_o)	Muestra Final (w_t)	Contenido puntual de agua final X_t^w	Contenido puntual de agua inicial X_0^w	Muestra Inicial (m_0)	Muestra Final (m_t)	Pérdida de agua ΔM_t^w	Promedio
0 seg	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	
60seg	4.1789	0.7172	0.8284	0.8879	6.6127	5.6795	-0.1764	-0.1737
	4.0894	0.7130	0.8256	0.8879	6.9997	6.0199	-0.1778	
	4.6932	0.7558	0.8390	0.8879	7.3717	6.3368	-0.1667	
120seg	4.0110	0.6835	0.8296	0.8879	6.6016	5.5786	-0.1869	-0.1887
	4.1702	0.7259	0.8259	0.8879	6.7504	5.7135	-0.1888	
	4.3435	0.7605	0.8249	0.8879	7.5954	6.4221	-0.1904	
180seg	4.2513	0.7738	0.8180	0.8879	7.9582	6.7009	-0.1992	-0.1938
	4.1368	0.7012	0.8305	0.8879	7.3656	6.1926	-0.1897	
	4.6512	0.8021	0.8275	0.8879	7.3776	6.1989	-0.1926	
240seg	4.3125	0.7569	0.8245	0.8879	6.9618	5.8363	-0.1967	-0.1982
	4.3651	0.7693	0.8238	0.8879	7.2032	6.0306	-0.1982	
	4.3651	0.7825	0.8207	0.8879	7.6155	6.3869	-0.1996	
300seg	4.2145	0.7318	0.8264	0.8879	7.4506	6.2164	-0.1984	-0.2039
	4.3215	0.7770	0.8202	0.8879	7.2256	6.0094	-0.2058	
	4.0789	0.7418	0.8181	0.8879	7.3374	6.1019	-0.2075	
360seg	4.0726	0.7319	0.8203	0.8879	7.2413	6.0003	-0.2082	-0.2078
	4.2390	0.7657	0.8194	0.8879	7.4142	6.1458	-0.2087	
	4.4356	0.8029	0.8190	0.8879	7.5805	6.3075	-0.2065	

8.7. Cálculo de la pérdida de peso a temperatura de 25 °C y 10% NaCl.

Muestra (Tiempo)	Muestra Inicial (m_o)	Muestra Final (m_t)	Pérdida de peso ΔM_t^o	Promedio
0	0	0	0	0
	0	0	0	
	0	0	0	
60seg	7.1662	6.6591	-0.0708	-0.0736
	6.1717	5.6896	-0.0781	
	6.9602	6.4598	-0.0719	
120seg	6.7298	6.1163	-0.0912	-0.0944
	6.7778	6.0996	-0.1001	
	6.6646	6.0510	-0.0921	
180seg	6.7703	6.1200	-0.0961	-0.0957
	6.3114	5.7377	-0.0909	
	6.7467	6.0705	-0.1002	
240seg	6.2764	5.6550	-0.0990	-0.1027
	6.6094	5.8236	-0.1189	
	6.2971	5.7298	-0.0901	
300seg	7.2425	6.4207	-0.1135	-0.1055
	6.7925	6.1645	-0.0925	
	6.7726	6.0247	-0.1104	
360seg	7.4431	6.5951	-0.1139	-0.1111
	6.9148	6.1401	-0.1120	
	7.2174	6.4427	-0.1073	

8.8. Cálculo de la pérdida de peso a temperatura de 30 °C y 10% NaCl.

Muestra (Tiempo)	Muestra Inicial (m_o)	Muestra Final (m_t)	Pérdida de peso ΔM_t^o	Promedio
0 seg	0	0	0	0
	0	0	0	
	0	0	0	
60seg	7.2780	6.2532	-0.1408	-0.1323
	6.5261	5.5007	-0.1571	
	6.2726	5.6514	-0.0990	
120seg	6.8631	5.8964	-0.1409	-0.1357
	6.8442	5.9820	-0.1260	
	6.8692	5.9056	-0.1403	
180seg	7.0818	6.0454	-0.1463	-0.1442
	6.8435	5.9091	-0.1365	
	7.0356	5.9819	-0.1498	
240seg	6.9540	5.9398	-0.1458	-0.1481
	7.1349	6.1902	-0.1324	
	6.6917	5.5802	-0.1661	
300seg	6.8341	5.8313	-0.1467	-0.1510
	6.9334	5.7776	-0.1667	
	7.1921	6.1878	-0.1396	
360seg	6.8616	5.8315	-0.1501	-0.1594
	7.0826	5.8250	-0.1776	
	6.6759	5.6713	-0.1505	

8.9. Cálculo de la pérdida de peso a temperatura de 35 °C y 10% NaCl.

Muestra (Tiempo)	Muestra Inicial (m_o)	Muestra Final (m_t)	Pérdida de peso ΔM_t^o	Promedio
	0	0	0	0
	0	0	0	
	0	0	0	
60seg	6.6127	5.6795	-0.1411	-0.1405
	6.9997	6.0199	-0.1400	
	7.3717	6.3368	-0.1404	
120seg	6.6016	5.5786	-0.1550	-0.1543
	6.7504	5.7135	-0.1536	
	7.5954	6.4221	-0.1545	
180seg	7.9582	6.7009	-0.1580	-0.1590
	7.3656	6.1926	-0.1593	
	7.3776	6.1989	-0.1598	
240seg	6.9618	5.8363	-0.1617	-0.1619
	7.2032	6.0306	-0.1628	
	7.6155	6.3869	-0.1613	
300seg	7.4506	6.2164	-0.1657	-0.1675
	7.2256	6.0094	-0.1683	
	7.3374	6.1019	-0.1684	
360seg	7.2413	6.0003	-0.1714	-0.1701
	7.4142	6.1458	-0.1711	
	7.5805	6.3075	-0.1679	

8.10. Cálculo de la ganancia de solidos solubles (NaCl) a temperatura de 25 °C y 10% NaCl.

Muestra (Tiempo)	%NaCl	Fracción de solidos solubles (X^{ST})	Muestra Inicial (m_o)	Muestra Final (m_t)	Ganancia de solidos solubles ΔM_t^{st}	Promedio ganancia de solidos solubles ΔM_t^{st}
0 seg	0.4659	0.0047	0	0	0	0
	0.4914	0.0049	0	0	0	
	0.4551	0.0046	0	0	0	
60seg	0.8856	0.0089	7.1662	6.2591	0.0077	0.00802
	0.8858	0.0089	6.1717	5.6596	0.0081	
	0.8830	0.0088	6.9602	6.4598	0.0082	
120seg	1.0686	0.0107	6.7298	6.1163	0.0097	0.01024
	1.1389	0.0114	6.7778	6.0996	0.0102	
	1.1842	0.0118	6.6646	6.0510	0.0108	
180seg	1.2101	0.0121	6.7703	6.1200	0.0109	0.01094
	1.2059	0.0121	6.3114	5.7377	0.0110	
	1.2141	0.0121	6.7467	6.0705	0.0109	
240seg	1.3601	0.0136	6.2764	5.6550	0.0123	0.01251
	1.4160	0.0142	6.6094	5.8236	0.0125	
	1.4065	0.0141	6.2971	5.7298	0.0128	
300seg	1.5243	0.0152	7.2425	6.4207	0.0135	0.01359
	1.5194	0.0152	6.7925	6.1645	0.0138	
	1.5141	0.0151	6.7726	6.0247	0.0135	
360seg	1.7033	0.0170	7.4431	6.5951	0.0151	0.01510
	1.7019	0.0170	6.9148	6.1401	0.0151	
	1.7028	0.0170	7.2174	6.4427	0.0152	

8.11. Cálculo de la ganancia de solidos solubles (NaCl) a temperatura de 30 °C y 10% NaCl.

Muestra (Tiempo)	%NaCl	Fracción de solidos solubles (X^{ST})	Muestra Inicial (m_o)	Muestra Final (m_t)	Ganancia de solidos solubles ΔM_t^{st}	Promedio ganancia de solidos solubles ΔM_t^{st}
0 seg	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	
60seg	0.9625	0.0096	7.2780	6.2532	0.0083	0.008113
	0.9246	0.0092	6.5261	5.5007	0.0078	
	0.9186	0.0092	6.2726	5.6514	0.0083	
120seg	1.3368	0.0134	6.8631	5.8964	0.0115	0.011325
	1.3076	0.0131	6.8442	5.9820	0.0114	
	1.2867	0.0129	6.8692	5.9056	0.0111	
180seg	1.3908	0.0139	7.0818	6.0454	0.0119	0.011940
	1.3933	0.0139	6.8435	5.9091	0.0120	
	1.4015	0.0140	7.0356	5.9819	0.0119	
240seg	1.4899	0.0149	6.9540	5.9398	0.0127	0.012928
	1.5135	0.0151	7.1349	6.1902	0.0131	
	1.5162	0.0152	6.6917	5.5802	0.0126	
300seg	1.5800	0.0158	6.8341	5.8313	0.0135	0.013992
	1.7424	0.0174	6.9334	5.7776	0.0145	
	1.6245	0.0162	7.1921	6.1878	0.0140	
360seg	1.8173	0.0182	6.8616	5.8315	0.0154	0.01547
	1.9100	0.0191	7.0826	5.8250	0.0157	
	1.7965	0.0180	6.6759	5.6713	0.0153	

8.12. Cálculo de la ganancia de solidos solubles (NaCl) a temperatura de 35 °C y 10% NaCl.

Muestra (Tiempo)	%NaCl	fracción de solidos solubles (X^{ST})	Muestra Inicial (m_o)	Muestra Final (m_t)	Ganancia de solidos solubles ΔM_t^{st}	Promedio ganancia de solidos solubles ΔM_t^{st}
0 seg	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	
60seg	1.1636	0.0116	6.6127	5.6795	0.0100	0.00894
	1.1626	0.0116	6.9997	6.0199	0.0100	
	0.7942	0.0079	7.3717	6.3368	0.0068	
120seg	1.3981	0.0140	6.6016	5.5786	0.0118	0.01150
	1.1686	0.0117	6.7504	5.7135	0.0099	
	1.5139	0.0151	7.5954	6.4221	0.0128	
180seg	1.6358	0.0164	7.9582	6.7009	0.0138	0.01372
	1.5128	0.0151	7.3656	6.1926	0.0127	
	1.7450	0.0175	7.3776	6.1989	0.0147	
240seg	1.4935	0.0149	6.9618	5.8363	0.0125	0.01382
	1.8599	0.0186	7.2032	6.0306	0.0156	
	1.5953	0.0160	7.6155	6.3869	0.0134	
300seg	1.7197	0.0172	7.4506	6.2164	0.0143	0.01411
	1.7472	0.0175	7.2256	6.0094	0.0145	
	1.6189	0.0162	7.3374	6.1019	0.0135	
360seg	1.9065	0.0191	7.2413	6.0003	0.0158	0.01621
	1.9803	0.0198	7.4142	6.1458	0.0164	
	1.9746	0.0197	7.5805	6.3075	0.0164	

8.13. Cálculo de la energía de activación para un producto de cuarta gama a partir de *Daucus carota* (ZANAHORIA).

A	De_0	Ln De_0	R	E_a	
5596.7	1.1291	0.121420855	0.00831447	46.53260	(Kj/mol)
5596.7	1.1291	0.121420855	0.00198721	11.12156	(Kcal/mol)

B	C	D	E	F	G
A	De_0	Ln De_0	R	E_a	
5596.7	1.1291	0.121420855	0.00831447	=(-D2+B2)*E2	(Kj/mol)
5596.7	1.1291	0.121420855	0.00198721	11.12156	(Kcal/mol)

8.14. *Daucus carota* (ZANAHORIA).

8.15. Selección de *Daucus carota* (ZANAHORIA).

8.16. Pesado de *Daucus carota* (ZANAHORIA).

8.17. Cortado de *Daucus carota* (ZANAHORIA).