

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTOS**  
**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PESQUERA Y DE ALIMENTOS**



**INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN**  
**“TEMPERATURAS Y SUS EFECTOS EN LA CINÉTICA**  
**DE SECADO DEL ROCOTO (*Capsicum pubescens*)**  
**OSMODESHIDRATADO”**

**Isabel Jesús Berrocal Martínez Ing. Dra.**

(PERIODO DE EJECUCIÓN: 01/03/ 2022 al 31/08/2023)

(Res. Rectoral N°242-2022-R)

**Callao, 2023**

**PERÚ**

*Isabel Berrocal*

Isabel Amos

## INFORMACIÓN BÁSICA FACULTAD

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN : DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO, FIPA

TÍTULO : "TEMPERATURAS Y SUS EFECTOS EN LA CINÉTICA DE SECADO DEL ROCOTO (*Capsicum pubescens*) OSMODESHIDRATADO"

AUTOR : ISABEL JESUS BERROCAL MARINEZ

CÓDIGO ORCID : 0000-0001-7691-9572

DNI : 07887970

ASESOR y COASESOR/  
CÓDIGO ORCID / DNI : NINGUNO

LUGAR DE EJECUCIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

UNIDAD DE ANÁLISIS : ROCOTO (*Capsicum pubescens*) OSMODESHIDRATADO

TIPO : APLICADA

ENFOQUE : CUANTITATIVO

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN : EXPERIMENTAL

TEMA OCDE : 2.11.01.Alimentos y bebidas



**DEDICATORIA**

**A Dios y la Santísima Madre Celestial,  
quienes guían mi camino en el trayecto de la vida**

**AGRADECIMIENTO**

**A mi familia**

Isabel Ancof

## INDICE

I	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.1	Descripción de la realidad problemática .....	12
1.2	Formulación del problema.....	13
1.2.1	Problema General.....	13
1.2.2	Problemas Específicos .....	13
1.3	Objetivos .....	13
1.3.1	Objetivo General .....	13
1.3.2	Objetivos Específicos.....	13
1.4	Limitantes de la Investigación .....	14
1.4.1	Teórica:.....	14
1.4.2	Temporal:.....	14
1.4.3	Espacial: .....	14
II	MARCO TEÓRICO.....	15
2.1	Antecedentes Internacionales y Nacional .....	15
2.2	Marco. ....	17
2.2.1	Teórico .....	17
2.2.2	Marco Conceptual.....	27
2.3	Definición de Términos básicos .....	28
2.3.1	Secado de Alimentos .....	28
2.3.2	Deshidratado de Alimentos.....	29
2.3.3	Difusividad Másica Molecular .....	29
2.3.4	Difusividad Térmica .....	29
2.3.5	Rapidez de secado .....	30
2.3.6	Temperatura .....	30
2.3.7	Efectos en la Rapidez de Secado en el Osmodeshidratado del Rocoto.....	30
III	HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	31
3.1	Hipótesis .....	31
3.1.1	Hipótesis General .....	31
3.1.2	Hipótesis Específicas .....	31

Isabel Ancof

3.2	Definición Conceptual de las Variables.....	31
3.3	Operacionalización de Variable .....	32
IV	DISEÑO METODOLÓGICO.....	33
4.1	Tipo y Diseño de la investigación.....	33
4.2	Método de Investigación .....	34
4.3	Población y Muestra.....	34
4.4	Lugar de Estudio y Periodo Desarrollado .....	35
4.5	Técnicas e Instrumentos para la Recolección de la Información .....	35
4.5.1	Técnicas para la Recolección de la Información .....	35
4.5.2	Los instrumentos de recolección de datos que se utilizarón ....	36
4.6	Análisis y Procesamiento de Datos.....	36
V	RESULTADOS.....	37
5.1	Resultados descriptivos .....	37
5.1.1	Preparación del rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) osmodeshidratado .....	37
5.1.2	Formulación del líquido (Jarabe) .....	38
5.1.3	Características Físicas del Rocoto ( <i>Capsicum Pubescens</i> ) .....	39
5.1.4	Determinación de la Humedad a las temperaturas de 75°C, 50°C, 35°C en la cinética de secado del rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) osmodeshidratado.....	39
5.1.5	Determinación de Velocidad de Secado en Función del Tiempo a temperaturas de 75 °C, 50°C, 35°C en la Cinética de Secado del Rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) Osmodeshidratado.....	46
5.1.6	Determinación de la velocidad de secado a tratamientos térmicos de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado conforme se reduce la humedad del rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) osmodeshidratado.....	52
5.2	Resultados inferenciales .....	57
5.3	Otro tipo de resultados de acuerdo a la naturaleza del problema y la hipótesis .....	58
VI	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	61
6.1	Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.....	61

Isabel Amocq

6.1.1 Hipótesis Específica.....	61
6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares. ....	67
6.3 Responsabilidad ética .....	67
VII CONCLUSIONES.....	69
VIII RECOMENDACIÓN.....	69
IX REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
ANEXOS.....	74
Anexo 1. Matriz de Consistencia.....	74
Anexo 2. Base de datos de Humedad libre .....	75
Anexo 3. Base de datos de Velocidad de secado.....	76
Anexo 4. Base de datos de Humedad libre y Velocidad de secado.....	77
Anexo 5. Proceso de Acondicionamiento en la Elaboración de Rocoto Osmodeshidratado Capsicum Pubescens .....	78
Anexo 6. Proceso de Elaboración de Rocoto Osmodeshidratado (Capsicum Pubescens).....	79
Anexo 7. Proceso de Determinación de Humedad del Rocoto Osmodeshidratado (Capsicum Pubescens).....	80
Anexo 8. Pesado de Unidades del Rocoto Osmodeshidratado (Capsicum Pubescens) .....	81
Anexo 9. Calibrado de Unidades del Rocoto Osmodeshidratado (Capsicum Pubescens).....	82

## TABLA DE CONTENIDOS

Tabla 1	Organización de las Fundamentales Categorías Sembradas de Chile Previamente a la Conquista (modificado ele Pickersgill, 1969) .....	18
Tabla 2	Pluralidad de Capsicum más Frecuentes .....	19
Tabla 3	Organización Taxonómica del Género.Categoría Capsicum pubescens Ruiz □ Pav."Rocoto" .....	19
Tabla 4	Composición Nutricional .....	20
Tabla 5	Características Agromorfológicas INIA .....	20
Tabla 6	Característica Bromatológica de Constituyentes de Alimentos .....	21
Tabla 7	Diferentes Estadios Fisiológicos en la Determinación de Propiedades Físicoquímicas .....	21
Tabla 8	Propiedades Físico-Químicas del Ají Rocoto .....	22
Tabla 9	Disposición de Polifenoles en (Capsicum pubescens) .....	22
Tabla 10	Agrupamiento de capsaicinoides en fruto, en tres niveles de crecimiento, de tres mezclass y sus respectivos ascendientes .....	23
Tabla 11	Tabla Comparativa de Ajies Peruanos en Puntajes deAceptabilidad en Pungencia y Sabor .....	24
Tabla 12	Incremento de $\Delta E$ y Actividad de agua $A_w$ de Rodajas de C. pubescens (después de 300 min) en Diiferentes Condiciones de Secado .....	25
Tabla 13	Operacionalización de Variable .....	32
Tabla 14	Diseño Experimental de la Investigación .....	33
Tabla 15	Movimiento de Eliminación de Agua en el Rocoto Osmodeshidratado .....	34
Tabla 16	Formulación de la solución osmótica para el deshidratado osmótico del rocoto (Capsicum pubescens) .....	39
Tabla 17	Características Físicas del Rocoto (Capsicum Pubescens) .....	39
Tabla 18	Datos de Secado del Rocoto (Capsicum pubescens) Osmodeshidratado a temperaturas de 75°C, en función de Humedad libre vs Tiempo .....	40

Isabel Ancof

Tabla 19	Datos de Secado del Rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) Osmodeshidratado a temperaturas de 50°C en función de Humedad libre vs Tiempo.....	42
Tabla 20	Datos de Secado del Rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) Osmodeshidratado a temperaturas de 35 °C en función de Humedad libre vs Tiempo.....	43
Tabla 21	Datos de Velocidad de Secado del Rocoto Osmodeshidratado ( <i>Capsicum pubescens</i> ) a Temperaturas de 75 °C en Función del Tiempo.....	48
Tabla 22	Datos de Velocidad de Secado del Rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) Osmodeshidratado a Temperaturas de 50 °C en Función del Tiempo.....	50
Tabla 23	Datos de Velocidad de Secado del Rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) Osmodeshidratado a Temperaturas de 35 °C en Función del Tiempo.....	51
Tabla 24	Datos de Velocidad de Secado del Rocoto Osmodeshidratado ( <i>Capsicum pubescens</i> ) Conforme se Reduce la Humedad ( Temperaturas de 75 °C). .....	53
Tabla 25	Datos de Velocidad de Secado del Rocoto Osmodeshidratado ( <i>Capsicum pubescens</i> ) Conforme se Reduce la Humedad ( Temperaturas de 50 °C). .....	55
Tabla 26	Datos de Velocidad de Secado del Rocoto Osmodeshidratado ( <i>Capsicum pubescens</i> ) Conforme se Reduce la Humedad ( Temperaturas de 35 °C). .....	57
Tabla 27	Matriz de prueba de hipótesis humedad a temperaturas 75°C, 50°C y 35°C.....	61
Tabla 28	Matriz de prueba de hipótesis velocidad de secado a temperaturas 75°C, 50°C y 35°C.....	63
Tabla 29	Matriz de prueba de hipótesis de velocidad de secado a temperaturas 75°C, 50°C y 35°C con forme se reduce la humedad .....	65

Isabel Amocq

## TABLA DE FIGURAS

Figura 1	Humedad en el Proceso de Tiempo de Secado.....	26
Figura 2	Las Etapas de Velocidad de Secado con la Reducción de la Humedad .....	27
Figura 3	Flujo de Estandarización del Rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) Osmodeshidratado .....	38
Figura 4	Acondicionamiento,Proceso Osmodeshidratado y Secado del Rocoto ( <i>Capsicum Pubescens</i> ).....	41
Figura 5	Curva de Secado del Rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) Osmodeshidratado a temperatura de 75°C, en función de Humedad libre vs Tiempo.....	42
Figura 6	Curvas de Secado del Rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) Osmodeshidratado a temperaturas de 50°C, en función de Humedad libre vs Tiempo.....	43
Figura 7	Curvas de Secado del Rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) Osmodeshidratado a temperaturas de 35°C en función de Humedad libre vs Tiempo.....	44
Figura 8	Curvas de Secado del Rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) Osmodeshidratado a Temperaturas de 35°C, 50°C, 75°C, en función de Humedad Libre vs Tiempo.....	46
Figura 9	Curva de Velocidad de Secado Vs Tiempo en el Rocoto Osmodeshidratado ( <i>Capsicum pubescens</i> ) a la Temperatura de 75°C.....	47
Figura 10	Velocidad de Secado Vs Tiempo en el Secado de Rocoto Osmodeshidratado ( <i>Capsicum Pubescens</i> ) a 50°C .....	49
Figura 11	Velocidad de Secado Vs Tiempo en el Secado de Rocoto Osmodeshidratado ( <i>Capsicum Pubescens</i> ) a 35°C .....	50
Figura 12	Curva de Velocidad de Secado Vs Humedad Promedio en el Rocoto Osmodeshidratado ( <i>Capsicum Pubescens</i> ) a la Temperatura de 75 °C.....	52

Isabel Ancof

Figura 13	Curva de Velocidad de Secado Vs Humedad Promedio en el Rocoto Osmodeshidratado ( <i>Capsicum Pubescens</i> ) a la Temperatura de 50 °C.....	54
Figura 14	Curva de Velocidad de Secado Vs Humedad Promedio en el Rocoto Osmodeshidratado ( <i>Capsicum Pubescens</i> ) a la Temperatura de 35 °C.....	56
Figura 15	La Humedad a las Temperaturas de 75°C, 50°C Y 35°C en La Cinética de Secado Del Rocoto ( <i>Capsicum Pubescens</i> ) Osmodeshidratado .....	59
Figura 16	La Velocidad de Secado a Las Temperaturas de 75°C, 50°C Y 35°C en La Cinética de Secado del Rocoto ( <i>Capsicum Pubescens</i> ) Osmodeshidratado Presenta Una relación directa .....	59

Isabel Amocaj

## RESUMEN

En la investigación, "Temperaturas y sus efectos en la cinética de secado del rocoto (*capsicum pubescens*) osmodeshidratado", se determinó la humedad libre, velocidad de secado respecto al tiempo y la velocidad de secado respecto a la humedad; a temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C; utilizó el enfoque cuantitativo y diseño experimental con resultados: la humedad libre respecto al tiempo en promedio fue de 56%, 10% y 3% de los grupos de temperatura y la masa húmeda inicial de 7.137 g a temperatura de 75 °C se redujo a una masa con humedad en equilibrio de 3.340 g; la velocidad de secado con respecto al tiempo presenta correlación negativa muy fuerte de 0.984, negativa considerable de 0.749 y negativa media de 0.121 y promedio de 0.00185445; 0.00060268 y 0.00018488 g/min-cm<sup>2</sup> a las diferentes temperaturas respectivamente; y la velocidad de secado respecto de la humedad libre presenta una correlación positiva muy fuerte de 0.964, positiva considerable de 0.704 y positiva débil de 0.112, además la humedad y velocidad de secado promedio es 0.533156913 g/g-ms, 0.001854456 g/min-cm<sup>2</sup>; 0.099410427 g/g-ms, 0.000602686 g/min-cm<sup>2</sup>; 0.033974984 g/g-ms, 0.000184889 g/min-cm<sup>2</sup> para los grupos de temperatura respectivamente. Se concluye que; la humedad libre con un p(sig) menor que 0.01 presenta una variabilidad significativa entre grupos, la velocidad de secado respecto al tiempo una relación inversa y la velocidad respecto a la humedad una relación directa.

### Palabras Claves:

**Rocoto, osmodeshidratado, cinética de secado,(Capsicum pubescens)**

Isabel Ancof

## ABSTRACT

In the investigation, "Temperatures and their effects on the drying kinetics of rocoto (*Capsicum pubescens*) osmodehydrated", the free humidity and drying speed with respect to time and the drying speed with respect to humidity at temperatures of 75°C were determined. , 50°C and 35°C; used the quantitative approach and experimental design with results: the free humidity with respect to time on average was 56%, 10% and 3% of the temperature groups and the initial moist mass of 7.137 g at a temperature of 75 °C was reduced to a mass with equilibrium moisture of 3.340 g; the speed of drying with respect to time presents a very strong negative correlation of 0.984, a considerable negative of 0.749 and a medium negative of 0.121 and an average of 0.00185445; 0.00060268 and 0.00018488 g/min-cm<sup>2</sup> at the different temperatures respectively; and the drying rate with respect to free moisture presents a very strong positive correlation of 0.964, a considerable positive of 0.704 and a weak positive of 0.112, in addition the moisture and average drying rate is 0.533156913 g/g-ms, 0.001854456 g/min- cm<sup>2</sup>; 0.099410427 g/g-ms, 0.000602686 g/min-cm<sup>2</sup>; 0.033974984 g/g-ms, 0.000184889 g/min-cm<sup>2</sup> for the temperature groups respectively. It is concluded that; free moisture with a p(sig) less than 0.01 presents a significant variability between groups, the speed of drying with respect to time an inverse relationship and the speed with respect to moisture a direct relationship.

### **Keywords:**

**Rocoto, osmodehydrated, drying kinetics, (*Capsicum pubescens*)**

Isabel Amocq

## INTRODUCCION

El Perú tiene 413 atribuciones de chile criollo y 296 accesiones de rocotos (*Capsicum pubescens*) conservadas en las Colecciones de base de datos de semillas del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) (Espichán et al., 2022)

Nuestro país es considerado como uno de los que dan inicio a la domesticación, cultivo de chiles: “Desde los 7000 A.C, forman parte de las raciones de alimentos de las culturas mayas, aztecas en México, Yucatán, hacia (5200 y 3400 A. C)., la población local cultivaba pimientos. En América del Sur, Bolivia, data 6000 A. C. para *Capsicum pubescens*” (Charles, 2013).

Las comunidades andinas-amazónicas de Perú entre ellas la de Cuspon, ubicada en Ancash, Distrito de Chiquian, cuentan con variados recursos naturales fitogenéticos que a través del tiempo han rescatado y domesticado constituyéndose en importante contribución para la región y el mundo, *Capsicum pubescens* no escapa en ello conocido como rocoto, forma agronómica de sostenibilidad y propagación en el tiempo es a través de las semillas aportado por los campesinos del lugar. (Viana et al., 2020).

Además, el Instituto Nacional de Innovación Agraria investigó 32 accesiones diferentes de *Capsicum pubescens* (Rocoto) a partir de la colección nacional de germoplasma de *Capsicum peruano*, fueron seleccionadas para investigar el contenido fitoquímico y su variabilidad. Con respecto al secado y la molienda, los frutos (*Capsicum pubescens*) fueron analizados, las concentraciones de las características seleccionadas variaron en (capsaicinoides totales, 55 a 410 mg/100 g, fenoles totales, 1,8 a 2,5 g equivalentes de ácido gálico/100 g, (medida de disminuir o prevenir la oxidación biomolecular, dado en 2,4 a 4,6 mmol Trolox/100 g) y (tocoferoles, 6,8 a 18,4 mg/100 g). (Meckelmann et al., 2015)

Sin embargo la difusión e interés de este fruto en la gastronomía peruana y extranjera está dado por el aroma especial, la morfología que presenta pericarpio carnoso y el picor acentuado procedente de un patrón único de capsaicinoides.

Por otro lado, el medio ambiente, cambio climático influye sobre la producción de alimentos en general, así como la comercialización, manipuleo de los mismos

Isabel Ancof

entre ellos las frutas, vegetales, derivados y otros, que se ven afectados por mecanismos de contaminación (física, química, biológica) en especial microbiana y desarrollo de reacciones de deterioro que conlleva a que el mismo se malogre. Las frutas, contienen entre 72-98% de agua, y es precisamente en la primera capa molecular como el agua libre fácilmente disponible donde los microorganismos pueden proliferar con mayor intensidad a nivel de actividad de agua (0.73 a 1.0), comprometiendo su seguridad o hacerlos que no sean adecuados para el consumo, causando enfermedades por lo que los programas de seguridad alimentaria tienen como mira mermar el peligro de polución haciéndolos inocuos y seguros.

La liberación de agua en alimentos nos permite conservar y extender el tiempo de vida en anaquel, sin embargo, al reducir la humedad en el alimento el deterioro microbiano se excluye, reacciones de deterioro disminuyen significativamente (Processes, 2021)

Por ello, la investigación busca estandarizar el tratamiento del rocoto osmodeshidratado seco, con la finalidad de reducir la carga microbiana que pone en riesgo la inocuidad del producto, analizando el movimiento molecular en el secado, teniendo en consideración, la rapidez de secado en relación al tiempo; y reducción del agua de equilibrio.

El rocoto osmodeshidratado-seco, será aprovechado como un componente bromatológico funcional en la ingesta alimentaria, seleccionado en diferentes estructuras geométricas y presentaciones reológicas (cortado en piezas, en hojuelas, en rodajas; granulado, polvo fino, liofilizado) para incorporarlo en mezclas mixtas alimentarias, sopas, pures, papillas, mezclas lácteas formuladas) rescatando su contribución de nutrientes y bioactivos.

Es de interés conocer los efectos de determinadas tratamientos térmicos en la velocidad de liberar agua en el proceso de secado del rocoto (*Capsicum pubescens*) osmodeshidratado.

## I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción de la realidad problemática

El medio ambiente, influye sobre la producción y mercadeo de alimentos en especial de frutas y hortalizas, las cuales se encuentran en diferentes estadios fisiológicos susceptibles a sufrir cambios cuando se exponen a condiciones ambientales diferentes.

Condiciones inadecuadas para mantener los procesos vitales residuales durante la manipulación, comercialización de frutas y hortalizas frescas. También cambios perjudiciales que se producen en las mismas durante su, manipulación procesado y almacenamiento.

La estructura y composición química de los alimentos en estado fresco, nos aborda contenidos elevados de agua que determinan su textura y de la turgencia de las células de origen vegetal, animal; de la asociación específica y compleja de la molécula de agua y otros constituyentes, susceptibles a desarrollar cambios por efectos de reacciones de deterioro y de microorganismos.

El agua puede difundirse y participar en diferentes reacciones, la actividad de agua se relaciona con velocidades relativas de alteración de alimentos como reacciones de hidrólisis no enzimáticas (azúcares), enzimáticas, pardeamiento no enzimático, oxidación de lípidos, deterioro de pigmentos y en muchas otras reacciones. Reacciones químicas y bioquímicas que dan lugar al deterioro de la calidad del alimento o de su inocuidad.

Argumento que se busca en la investigación, de estandarización de la cinética de secado en el rocoto osmódeshidratado (*Capsicum pubescens*), con la finalidad disminuir estas reacciones de deterioro en alimentos, inhibiendo actividad de microorganismos, teniendo en cuenta la reducción de agua libre en relación al tiempo; la rapidez de secado en relación con el agua y tiempo de secado respectivamente; así como el tiempo, temperatura que optimizarán la retención de los atributos de calidad.

En ese mismo contexto, se enuncia la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las consecuencias de la transferencia de calor en la actividad de secarse el rocoto (*Capsicum pubescens*) osmódeshidratado?

Isabel Ancof

## 1.2 Formulación del problema

### 1.2.1 Problema General

¿Cuáles son los efectos a determinadas temperaturas, en la cinética de secado del rocoto (*Capsicum pubescens*) osmodeshidratado?

### 1.2.2 Problemas Específicos

- a. ¿Cuál es la humedad a tratamientos térmicos de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado del rocoto (*Capsicum pubescens*) osmodeshidratado?
- b. ¿Cuál es la velocidad de secado a tratamientos térmicos de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado del rocoto (*Capsicum pubescens*) osmodeshidratado?
- c. ¿Cuál es la velocidad de secado a tratamientos térmicos de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado conforme se reduce la humedad del rocoto (*Capsicum pubescens*) osmodeshidratado?

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo General

Establecer los efectos, a determinadas temperaturas, en la cinética de secado del rocoto (*Capsicum pubescens*) osmodeshidratado. Objetivos Específicos

- a. Determinar la humedad a tratamientos térmicos de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado de (*Capsicum pubescens*) rocoto, osmodeshidratado.
- b. Determinar la velocidad de secado a tratamientos térmicos de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado de (*Capsicum pubescens*) rocoto osmodeshidratado
- c. Determinar la velocidad de secado a tratamientos térmicos de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado conforme se reduce la humedad del rocoto (*Capsicum pubescens*) osmodeshidratado

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- a. Determinar la humedad a tratamientos térmicos de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado de (*Capsicum pubescens*) rocoto, osmodeshidratado.
- b. Determinar la velocidad de secado a tratamientos térmicos de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado de (*Capsicum pubescens*) rocoto

Isabel Amocaj

osmodeshidratado

- c. Determinar la velocidad de secado a tratamientos térmicos de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado conforme se reduce la humedad del rocoto (*Capsicum pubescens*) osmodeshidratado

#### **1.4 Limitantes de la Investigación**

Por la pandemia del Covid-19, se ve limitado el uso de laboratorios de la Universidad y equipos prototipos especializados en el secado osmodeshidratado en alimentos para el desarrollo del experimento, (se tiene que contar con laboratorios externos). Los efectos a las temperaturas 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado del rocoto osmodeshidratado como; en vitaminas, minerales, componentes funcionales, etc. no aborda la investigación pues el presupuesto FEDU es insuficiente para cubrir los costos de dichos análisis.

##### **1.4.1 Teórica:**

Existe poca información de trabajos de investigación, específicamente en la línea de secado osmodeshidratados por aire convectivo circulante, como es en el caso de la presente investigación "Temperaturas y sus Efectos en la Cinética de Secado del Rocoto (*Capsicum Pubescens*) Osmodeshidratado",

##### **1.4.2 Temporal:**

La investigación se desarrolló durante los semestres académicos 2022A, 2022B y 2023A .

##### **1.4.3 Espacial:**

Para el trabajo de investigación se utilizó materia prima comprada en el "Mercado san José del Distrito de Jesús María, altura del Jr. Marquez ,cuadra 13, provincia de Lima, región Lima.

La investigación se desarrolló del Distrito de Bellavista Callao, en la Universidad Nacional del Callao en el Instituto de Investigación de Especialización Agropecuarias (IIEA) y un ambiente particular de investigación.



## II MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes Internacionales y Nacional

Se evaluó efecto de mezcla de solución osmótica (agua, glicerol, inulina) con respecto a reducción de peso, liberación de agua, rendimiento de inulina, de glicerol, color, actividad de agua y propiedades mecánicas en la deshidratación de ciruela. Obteniéndose la formulación óptima del deshidratado, conteniendo 522 g de agua, 219 g de Glicerol y 100 g de Inulina. Bajo estas condiciones se logró pérdida de agua, reducción de peso, ganancia de inulina y glicerol, WL, WR, INU y GLY, con valores de 30%, 29%, 119 mg/g, 373 mg/g, respectivamente. Se puede indicar que la deshidratación osmótica de las ciruelas 'Sun Gold', como tratamiento previo al secado convencional, es efectivo ya que ayuda a reducir el contenido de agua, pero nos permite obtener productos enriquecidos en inulina (Palacios Romero et al., 2022a)

En un secador con aire caliente se secaron chiles en tres estadios de madurez a diferentes humedades relativas 25%, 35% y 45% y temperaturas de 40 °C, 50 °C y 60 °C. La investigación evidenció que a mayor temperatura el color del chile se deterioró, la humedad y temperatura óptima de secado para los diferentes estadios fue de 35%, 50°C. El coeficiente de difusividad efectiva, de transferencia de masa en humedad, elevó con aumento de calor del aire de secado, pero disminuyó con un aumento en la HR del aire de secado. (Getahun et al., 2021a)

Se halló la influencia de temperaturas iniciales 140 a 160°C en el secado por atomizado sobre características químico-físicas de harina de pimiento (*Capsicum pubescens*) encapsulada, manteniéndose constante la temperatura final a 80°C. Mostrando actividades de agua inferior a 0.3, dado que sube la transferencia de calor de las partículas se contraen, temperaturas menores las partículas son suaves. Se hallaron bioactivos fenólicos (12 flavonoides, 27 ácidos fenólicos, 18 de otros polifenoles y 4 lignanos) siendo el ácido 3-feruloilquínico la estructura más abundante, la porción ensayada presentó propiedades funcionales como componente alimentarios (Sá Mendes et al., 2020).

Se investigó la técnica de plasma frío de pretratamiento no térmico, para el secado de chiles, Xiao-Lin afirma: "Que se evaluó los efectos a diferentes tiempos sobre proceso de secado con aire caliente y atributos de calidad,

Isabel Ancof

lográndose que ésta tecnología mejore la velocidad de secado y el tiempo de exposición de 30 s., obteniéndose el resultado óptimo” (Zhang et al., 2019)

Fueron investigados los modelos cinéticos de cambios de humedad, color, pigmento natural, pardeamiento no enzimático del pimiento rojo (*Capsicum annuum L.*) durante el deshidratado a temperaturas de 60, 70 y 80 C obteniéndose tiempo de secado menor con el aumento de temperatura, la cinética de evolución del color en la superficie y pardeamiento no enzimático siguieron el modelo de Weibull y de orden cero, el pardeamiento fué mas sensible al calor y los parámetros de color de la superficie mostró una relación efectiva con la cantidad de pigmento natural y una correlación negativa con el pardeamiento no enzimático.(Yang et al., 2018)

Mediante el proceso de liofilizado se secó rocoto (*capsicum pubescens*) con y sin pepas, evaluándose la influencia sobre propiedades del producto. (Contenido de pH, actividad de agua, acidez ) sin alterar entre liofilizados ( $P > 0,05$ ) obteniéndose 8,62% de agua, 0,33. aw, mejoró atributos de color (la luminosidad L), (cromaticidad C) con respecto al producto fresco; A menor velocidad de transferencia de calor en el liofilizado, mayor capacidad de humectación, menor tiempo para obtener temperaturas de sublimación, mejorando características de color (Caballero et al., 2017).

Se contrastaron propiedades de liberacion de agua por infrarrojos, al sol y aire caliente del pimiento rojo(*Capsicum frutescens L.*), se optimizó significativamente el valor de liberación de agua por el método de infrarojos en relación al secado por el sol y aire caliente. Los datos de difusividad masica efectiva de agua ( $D_{eff}$ ) de secado infrarrojo, variaron de  $1.58 \times 10^{-9} \frac{m^2}{seg}$  a

$$3.78 \times 10^{-9} \frac{m^2}{seg} .$$

Por aire circulante e infrarojos incrementó la reducción de color, el secador solar reportó rocotos secos de singular color El secado de infrarrojos, aire caliente aumentaron pérdida de color. El secado por rayos infrarojos, mejoró el movimiento de secado a temperatura de secado por aire circulante caliente ,presentando los rocotos crocantes elevada (Cao et al., 2016).

Se investigó en el secado en hornos microondas de rocoto en piezas (*Capsicum*

Isabel Amocaj

*pubescens*), la incidencia del tiempo, potencia e interacción, dando efecto significativo en la humedad e incremento de energía, costo energético. Aumenta la potencia, tiempo y la humedad baja. Se halló a una fuerza de 20 % y duración de 90 min, contenido de agua final 9,2985%,  $\Delta E=8,6819$  y precio de energía 3.9286 (S. /Kg), consecuencia de ser mejor procedimiento (Gracey Cruz, 2016). Se experimentó una cocción en ebullición en un tiempo de 1 minuto. Se utilizó proyecto compuesto rotacional (DCCR). Características ensayadas de (50-70°C) y (4-8) h correspondiente; velocidad del viento 3 m/s (Guarniz A., 2011). Bases Teóricas.

## 2.2 Marco

### 2.2.1 Teórico

El Rocoto, fruto picante de forma similar a la manzana de variados colores (rojo, amarillo, verde) de piel carnosa y pungente-dulce de intensidad picante en sus venas. La planta de rocoto es un arbusto de 1.5 m, de hojas pubescentes, flor de color violeta, de sembrío y producción persistente en todo el año (Rodríguez Pastor, 2017)

Es un constituyente alimentario con características bromatológicas funcionales que contiene: (Capsaicinoides totales de 55 - 410 mg/100), (Fenoles integrales de 1,8 - 2,5 g Ac.gálico/100 g), (Actividad antioxidante de 2,4 - 4,6 mmol Trolox/100g) y (Tocoferoles de 6,8 - 18,4 mg /100 g)" (Meckelmann et al., 2015) Benjamin et al, investigaron la incidencia de los extractos de agua y etanol de *Capsicum pubescens* "rocoto", para evaluar, el efecto antitumoral, contra el sarcoma-180. Presentó propiedades gastroprotectoras en dosis de 750 mg / Kg de peso de rocoto, mayor a la ranitidina. El extracto en metanol indica efecto antitumoral no tóxico (Castañeda C., 2014).

#### 2.2.1.1 Descripción del Género Capsicum

El Perú considerado como una de las regiones, con mayor pluralidad natural de Capsicum. En mercados locales se encuentran variedades domesticadas como ajíes : (*Capsicum annum* L.), (*Capsicum baccatum* L.), (*Capsicum chinense* L), y (*Capsicum frutescens* L), y el rocoto (*Capsicum pubescens* Ruiz & Pav.),. El INIA-Perú reporta resultados de investigación bioquímica y agromorfológica de 35 accesiones. así, como el banco de semillas de variedades nativas cultivadas,

Isabel Rocaf

conteniendo 413 accesiones de *C. annum*, *C. baccatum*, *C. chinense* y *C. frutescens* procedentes de once departamentos. y conserva 299 accesiones de *C. pubescens* provenientes de siete departamentos (Libreros et al., 2013).

Género *Capsicum*, dominante, diverso de más de 31 especies diferentes distribuidos de la familia Solanaceae (Batiha et al., 2020).

Taxonómicamente pertenece a la familia botánica de solanáceas, plantas cultivadas antiguas del género *Capsicum* con más de 6000 años, el género incluye hoy al menos 37 especies. Involucran cinco especies domesticadas *Capsicum annum*, *Capsicum frutescens*, *Capsicum chinense*, *Capsicum baccatum* y *Capsicum pubescens*. Por su característica picante y flavor propio (Meckelmann et al., 2013).

### 2.2.1.2 Evolución del género *Capsicum*

El género *Capsicum*, fué una de los primeros recursos vegetales, sometidos en América (MacNeish, 1964, 1967). Del grupo *Capsicum*, fueron domesticados *C. annum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. baccatum* y *C. pubescens*, de los mencionados se ha reconocido a sus probables ascendentes o familiares campestre más cercanos (Hernández-Verdugo et al., 1999).

Ver Tabla 1.

**Tabla 1**  
**Organización de las Fundamentales Categorías Sembradas de Chile**  
**Previamente a la Conquista (modificado ele Pickersgill, 1969)**

Categoría	Situación	Disposición Posible, Previa a la Comquista
<i>C. annum</i> L. var. <i>glabriusculum</i>	Si lvestre	Sur USA, México, Centro América, Colombia. México.
<i>C. annum</i> L. var. <i>annuum</i>	Cultivado	Sur USA, México, Centro América, Colombia. México.
<i>C. frutescens</i> L.	Silvestre y cultivo	México, Centro América Bolivia y Brasil
<i>C. chinense</i> Jacq.	Cultivado	Baja altitud, América del Sur, Bolivia y Brasil
<i>C. baccatum</i> L. var. <i>baccatum</i>	Silvestre	Sur de Perú, Bolivia, Colombia, Ecuador,
<i>C. baccatum</i> L. var. <i>pendulum</i>	Cultivado	Perú, Bolivia, Brasil, norte de Chile, Argentina
<i>C. pubescens</i> Ruiz y Pavón	Cultivado	Sitios de elevada altitud Sur América

Fuente: Sergio Hernández Verdugo, et al., (1999). Síntesis del Conocimiento Taxonómico, origen y Domesticación del Género *Capsicum*. Boletín de la Sociedad Botánica de México 64: 65-84

### 2.2.1.3 Propiedades Importantes del Género *Capsicum*

Abarca 200 variedades el género *Capsicum* procedente del continente americano posee diferentes formas que pueden variar entre cónica, cúbica, esférica, al

Isabel Encinas

interior está dividido por placentas, alojándose las semillas en las placentas cerca al pedúnculo (Restrepo Gallego, 2006). Seguidamente en la **Tabla 2** se observa la pluralidad de capsicums.

**Tabla 2**  
**Pluralidad de Capsicum más Frecuentes**

Diversidad	Denominación Frecuente
Pubescens	Manzano
Baccatum	Amarillo
Frutescens	Tabasco
Annum	Pimenton Jalapeño, Páprika
Chinense	Habanero

Fuente: (Restrepo Gallego, 2006). Oleorresinas de Capsicum en la industria Alimentaria. Revista Lassallista de Investigación. Vol 3. N°2 .

La **Tabla 3**, expone la información de clasificación del patrimonio originario de *Capsicum Pubescens* "Rocoto" (Perochena, E., 2015).

*Capsicum pubescens* Ruiz & Pav, denominado rocoto, recurso vegetal de componentes bromatológicos atractivos y de ascendencia en diferentes regiones del Perú, muy utilizado en la gastronomía por las propiedades pungentes y componentes de flavor que presentan, así como propiedades farmacéuticas y medicinales.

**Tabla 3**  
**Organización Taxonómica del Género. Categoría Capsicum pubescens Ruiz & Pav. "Rocoto"**

Denominación Común	Rango	Denominación Científica
Recurso, vegetal, plantas	Reino	Plantae
Recursos verdes	Subreino	Viridiplantae
Recurso terrestres	Infrareino	Streptophyta
	Superdivisión	Embriofita
Recurso vasculares, traqueofitas	División	Tracheophyta
Espermatofitos, plantas con semillas, fanerógamas	Subdivisión	Spermatophytina
	Clase	Magnoliopsida
	Superorden	Asteranae
	Pedido	Solanales
Solanáceas	Familia	Solanaceae
Pimienta	Género	Capsicum L.
Rocoto	Especie	Capsicum Pubescens Ruiz & Pav.

Fuente: (Perochena, 2015) Extracción y Cuantificación de Capsaicina de Siete Variedades Nativas de Arequipa *Capsicum pubescens* "Rocoto". Tesis. Universidad Católica Santa María.

#### 2.2.1.4 Composición Química Proximal

La **Tabla 4**, nos muestra el estudio de la composición química proximal de dos variedades de Rocoto capsicum pubescens amarillo y rojo en base seca en

Isabel Rocaf

(%), observando un elevado contenido de carbohidratos, luego de fibra y proteínas.

**Tabla 4**  
**Composición Nutricional**

Componentes	Contenido Base Seca (%)	
	<i>Capsicum pubescens</i> (Rojo)	<i>Capsicum pubescens</i> (Amarillo)
Carbohidratos	55.29 ± 0.72	51.31 ± 0.23
Grasa	1.76 ± 0.03	1.84 ± 0.02
Proteína	15.54 ± 0.054	15.54 ± 0.32
Fibra	18.04 ± 0.79	20.99 ± 0.40
Cenizas	9.34 ± 0.07	10.33 ± 0.13

Fuente: Villavicencio Dominguez Bettzabe Alcira (2016) Tesis Caracterización Químico-Nutricional y Actividad Antioxidante de dos Muestras de *Capsicum Pubescens* ("Rocoto Rojo y Amarillo") Provenientes de Villa Rica (Pasco). UPCH. Lima Perú.

### 2.2.1.5 Propiedades Agro-Morfológicas (*Capsicum pubescens*)

Se presentan las propiedades agro-morfológicas desarrolladas en el INIA, en el banco de germoplasma del Rocoto Peruano, producto originario del Perú, departamento y provincia de Huánuco, distrito de Chinchao, localidad Micho Shaycancha (MDAR-INIA-DRGB, 2022). Se presenta la **Tabla 5**.

**Tabla 5**  
**Características Agromorfológicas INIA**

Código Nacional Germoplasma INIA	PER007170
Planta	
Ciclo de vida	Anual
Color de tallo	morado
Antocianina del nudo	morado oscuro
Pubescencia del tallo	densa
Hábito de crecimiento de la planta	postrada
Hábito de ramificación	densa
Macollamiento	densa
Inflorescencia	
Forma de la corola	acampanulada
Color de las anteras	amarillo
Color de filamento	morado
Exserción del estigma	exerto
Fruto	
Color del fruto en estado intermedio	Morado
Color del fruto en estado maduro	Rojo claro
Forma del fruto	Acampanulado y en bloque
Forma del fruto en la unión con el pedicelo	cordado
Cuello en la base del fruto	ausente
Arrugamiento transversal del fruto	intermedio
Tipo de epidermis del fruto	Lisa
Longitud del fruto (cm)	3,99
Ancho del fruto (cm)	4.65
Pungencia	
Unidades Scoville (SHU)	128,572 (muy altamente pungente)

Fuente: MDAR-INIA-DRGB (2022). Directorio de Rocoto de la Base de Datos del Germoplasma del INIA

Isabel Amocf

La composición bromatológica en 100 gramos de Rocoto *Capsicum pubescens* contiene macro (proteínas, carbohidratos, fibra, cenizas), y micronutrientes (fósforo, calcio, hierro, caroteno, tiamina, riboflavina, niacina, ácido ascórbico) Tabla 6, que nos refiere la tabla de constituyentes de alimentos peruanos.

**Tabla 6**  
**Característica Bromatológica de Constituyentes de Alimentos**

Componentes	Em 100 g de peso
Proteínas	1.2
Cenizas	
Hidratos de carbono	8.2
Grasas	0.5
Agua	89.5
Hierro	0.50
Calcio	6
Fosforo	22
Niacina	1.15
Riboflavina	0.14
Tiamina	0.01
Ac. Ascorbico Vit C	14.90
Calorias	36 Kcal

Fuente: (Ministerio de Salud del Perú, 2017). Tabla de constituyentes de alimentos del Perú.

Se determinaron la relación de las propiedades químico, físicas, con el color de *Capsicum pubescens* en distintos periodos orgánicos (Sanchez Cerna, 2016), como se observa en la **Tabla 7**.

**Tabla 7**  
**Diferentes Estadios Fisiológicos en la Determinación de Propiedades Físicoquímicas**

Características	Promedio	
Indice de madurez	11.12	± 2.98
SST(°Brix)	5.64	± 0.75
Acidez en Base Seca (%)	5.66	± 0.93
pH	4.35	± 0.43
Aw	0.097	± 0.002
Humedad (%)	90.69	± 0.006
Firmeza 5mm (N)	22.70	± 4.35
L*	35.29	± 2.13
c*	30.17	± 3.18
b*	15.08	± 2.71
a*	26.06	± 2.53
h*	29.93	± 3.65
n=25		

Fuente: (Sanchez Cerna Jesus Ronal, 2016) Relación de color y características fisiológicas, físicoquímicas del Rocoto (*Capsicum pubescens*)

Se liofilizó con y sin semillas al género *Capsicum pubescens* con movimiento de secado por sublimación en rangos de  $0.02 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{min}}$  a  $0.05 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{min}}$ , detallándose propiedades físico y químicas, alcanzando valores de humedad de 8.62% con

Isabel Rocaf

actividad de agua de aw de 0.33. También aumentaron características del color en el rocoto liofilizado con y sin semillas en luminosidad (L) y cromaticidad (C) con respecto al producto fresco, así mismo presentan mayor capacidad de absorción de agua a menor velocidad de calentamiento (Caballero et al., 2017). Se detalla en la Tabla 8

**Tabla 8**  
**Propiedades Físico-Químicas del Ají Rocoto**

Estado de Madurez	pH	Brixl	Acidez	Índice madurez
Rocoto Sobremaduro	4,8100 ± 0,0682	6,5200 ± 0,4324	0,3085 ± 0,0166	21,1570 ± 1,3095
Rocoto Pinton	4,7200 ± 0,0860	4,1200 ± 0,1924	0,2330 ± 0,0173	17,7916 ± 1,9211
Rocoto Verde	4,6440 ± 0,0996	3,9200 ± 0,1643	0,2650 ± 0,0147	14,8182 ± 0,7770
Rocoto Maduro	4,7480 ± 0,1446	4,8400 ± 0,3209	0,2765 ± 0,0172	17,5382 ± 1,3086

Fuente: Caballero, B. L., Márquez, C. J., & Betancur, M. I. (2017). Características Físico-Químicas del Ají Rocoto ( *Capsicum pubescens* R & P ) Con ó Sin Semillas. *Bioagro*, 29(3), 225-234.

### 2.2.1.6 Sustancias Bioactivas

Estudios realizados en pulpa, semilla de *Capsicum pubescens*, las sustancias fenólicas libres se absorben viablemente ejerciendo acción favorable en la digestión temprana. Por otro lado, vegetales con distintos contenidos de fitoquímicos ligados puedan ser digeridos, absorbidos en diferentes sitios del tracto gastrointestinal provocando bienestar en la salud. Sin embargo, fitoquímicos unidos, principalmente como b-glucósidos, no pueden ser digeridos por las enzimas humanas y pueden sobrevivir a la digestión del estómago y del intestino delgado para llegar al colon y ser digeridos por la flora bacteriana que libera fitoquímicos con beneficios para la salud (Sosulski et al. 1982; Chu et al. 2002; Sun et al. 2002). Citado en (Oboh, 2007).

G.Oboh y Rocha determinaron en *Capsicum pubescens*, contenidos de polifenoles libres, ligados en pulpa y semilla observándose contenidos significativamente mayores en polifenoles libres. Ver en Tabla 9.

**Tabla 9**  
**Disposición de Polifenoles en (*Capsicum pubescens*)**

Porción	Contenido Distribuido en (%)			
	Semilla		Pulpa	
	Unido	Libre	Unido	Libre
Rocoto rojo	10.9±1.2	37.8±1.7	21.6±1.2	29.7±0.8
Rocoto verde	13.6±1.2	36.4±0.9	20.5±1.5	29.5±1.2

Fuente: (G. Oboh ; J.B.T. Rocha, 2006) Distribución y Actividad Antioxidante de Polifenoles en Rocoto de Árbol Maduro e Inmaduro (*Capsicum Pubescens*). *Journal Of Food Biochemistry* 31(456-473).

Isabel Rocaf

La actividad de compuestos bioactivos vegetales es sinérgica, aditiva, al extraer las semillas se reduce un 50% de su actividad

No hay desigualdad destacada en la capacidad de fenoles globales, contenidos en el endospermo de rocotos tierno 110 mg/100g, adulto 95 mg/100 g y la pepa de verde 110,0 mg/100 g, maduros 90 mg/100 g. (Oboh, 2007).

Benjamin Castañeda y Salazar Alberto "Determinaron en la esencia vegetal de rocoto (*Capsicum pubescens*), diluida en agua y etanol, cualidades protectoras gástricas en cantidades de 250 y 500 mg/Kg, mayor a la ranitidina. La sustancia metanólica tuvo consecuencias antitumorales opuestas al sarcoma-180 no tóxico" (Castañeda C., 2014).

En el rocoto (*Capsicum pubescens*), la concentración de capsaicinoides en estadio fisiológico maduro disminuye con el avance de la madurez del fruto durante 58 a 94 días. Se incrementa la vitamina C con la duración del alimento hasta los 76 días, coincidiendo con la coloración del rocoto y el periodo de recojo del mismo. (Cruz-Pérez et al., 2007). Ver Tabla 10.

**Tabla 10**  
**Agrupamiento de capsaicinoides en fruto, en tres niveles de crecimiento, de tres mezclas y sus respectivos ascendientes**

Progenitores	58 días	76 días	94 días
Capsaicinoides en fruto ( <i>Capsicum pubescens</i> )			
Puebla rojo	7125 g x	4472 f y	2461 e z
Puebla amarillo	13 609 e x	5346 f y	3158 e z
Chiapas	55 927 b x	31 039 b y	15 429 b z
Huatusco	28 947 c x	10 806 d y	2345 e z
Zongolica	9 889 f x	8291 e y	5001 d z
Híbridos			
Puebla × Chiapas	68 337 a x	49 052 a y	44 793 a z
Puebla × Huatusco	29 495 c x	17 407 c y	10 256 c z
Puebla × Zongolica	25 923 d x	11 268 d y	9421 c z

Fuente: Cruz, Pérez (200) Capsaicinoides, Vitamina C y Heterosis Durante el Desarrollo del Fruto de Chile Manzano. *Agrociencia*, Volumen 41, Número 6.

En la **Tabla 11**, se puede apreciar cual de los ajíes mencionado es más intenso en el picor y el sabor, así como la evaluación cualitativa de algunas observaciones sensoriales que presentaron gastrónomos, Gastón Acurio, Victoriano López, Pedro Miguel Schiaffino y James Berckemeyer: (APEGA, 2009).

Isabel Amocf

**Tabla 11**  
**Tabla Comparativa de Ajíes Peruanos en Puntajes de Aceptabilidad en Pungencia y Sabor.**

Ajíes	Pungencia*	Sabor*	Observaciones*
Escabeche	10	10	-
Escabeche paca	9	11	Muy dulce y sabroso
Escabeche rojo	8	9	Mejoraria seco
Cacho de venado	9	11	Sabor a hierva
Mirasol seco	10	12	Sabor a fruta seca
Panca seco	10	12	Explorar su uso en fresco
Rocoto de Oxapampa	10	12	Muy aromático
Rocoto serrano	10	12	Recuerda al huacatay
Rocoto alargado	11	11	El más picante de los rocotos
Limo paringo	12	11	Frutos blancos, ideales para el ceviche
Limo rojo y blanco	11	10	Útil para encurtido
Limo encerado	9	8	Poco interesante
Limo morado	10	9	Poco interesante
Limo fresco	13	12	El rey del sabor
Mochero	12	12	Parecido al limo algo dulce
Cerezo redondo	11	9	No es aromático
Cerezo triangular	13	11	Sabroso y picante
Charapita	13	12	Muy aromático
Pipí del mono	14	12	Muy picante, aroma especial

Tomado como base de comparación al ají escabeche o al ají amarillo

Fuente: S.APEGA, Ministerio Agricultura (2009). Ajíes Peruanos Sazón para el Mundo.

### 2.2.1.7 Secado

Se define como la liberación de humedad en estado gaseoso, así como otros componentes orgánicos. (Geankoplis, 1998). Considerado como la reducción del contenido de humedad de un material húmedo mediante la evaporación de la misma (Campbell-Platt, 2009).

En el desarrollo de la transmisión de calor, la liberación de agua en alimentos sólidos se trasfiere desde el centro geométrico del mismo hacia el exterior, a través de todas las caras del mismo y de acuerdo a la figura geométrica que adopte. Lograr que la actividad de agua se encuentre en valores bajos 0-0.3, 0-0.52 para que los alimentos puedan ser conservados sin ningún riesgo de alguna reacción de deterioro por cargas microbianas y otros, con el objetivo de alargar el periodo existencia del alimento en el empaque y envasado etc.

Se sometieron a secado arándanos y frambuesas, determinando contenido de humedad inicial, en condiciones de control para hallar las curvas al 10% de humedad relativa (HR) a 40 °C, 50 °C y 60 °C de temperatura para ambas frutas, la humedad de equilibrio y el tiempo disminuyen con el aumento de la temperatura. La humedad inicial en ambas frutas estuvo entre 86% y 90%. La humedad de equilibrio para los arándanos estuvo entre 10,8% a 40 °C y 9,4% a 60 °C, y para frambuesas entre 16,0% a 40 °C y 8,4% a 60 °C.

Isabel B. M. C.

Temperatura elevada influye en las pérdidas de proteínas, se desnaturaliza, se degrada, cambia su textura, así como influye en grasas aumentando la oxidación de lípidos, por efectos de la temperatura de secado.

A mayor temperatura y humedad mayor oxidación de polifenoles, la pérdida de polifenoles aumenta a temperaturas de secado mayores de 50°C a mayor temperatura y humedad, mayor oxidación de los polifenoles.

La consecuencia de la reducción de la actividad antioxidante con el incremento de la temperatura de secado es evidente de 40 °C a 50 °C .(Catorze et al., 2022). En la muestra sometida a los ensayos de color en (*Capsicum pubescens*) se vió menos afectado por el deshidratado a temperaturas de 60°C; 0,5 cm de espesor y 50°C; 0,5 y 1 cm de espesor.

El coeficiente de difusión de la pieza de rocoto (0,5 cm) fue superior a los valores observados en las muestras más gruesas (1 cm), comportamiento que podría darse al contenido de agua en piezas más delgadas debido a causas naturales, como la estructura interna.(Sánchez-García, Del Ángel-Coronel, Paniagua-Martínez, Luna-Solano, & Ramírez-Martínez, 2019). Ver **Tabla 12**.

**Tabla 12**  
**Incremento de  $\Delta E$  y Actividad de agua  $A_w$  de Rodajas de *C. pubescens* (después de 300 min) en Diferentes Condiciones de Secado**

Condición de secado	$\Delta E$	$a_w$
50°C, 0.5 cm	12.26±0.12	0.391 ±0.55
50°C, 1 cm	9.6±0.22	0.524 ±0.71
60°C, 0.5 cm	7.79 ±0.03	0.378 ±0.07
60°C, 1 cm	15.41 ±0.57	0.367 ±0.21
70°C, 0.5 cm	14.24±0.09	0.301 ±0.02
70°C, 1 cm	15.34±0.12	0.405 ±0.10

Fuente: (Sanchez García et al, 2019) Drying conditions and analysis of physicochemical characteristics of (*Capsicum pubescens*) thickness

### 2.2.1.8 Modalidad de secado

Los metodos se categorizan en formas diferentes por Bach(Lotes) el material es sometido dentro del equipo y evaluado el proceso de secado estacionario por un periodo. Si es continuo,cuando se adiciona el alimento, sin detección del mecanismo de secado y se adquiere componentes deshumedecidos (Alvarado, 2013),(Geankoplis, 1998).

Se clasifican de acuerdo al proceso fisico para extraer vapor de agua y añadir calor:

Isabel Amocf

Primero : La trasmision de calor se da por conexión directa a presión atmosférica con aire caliente, y el vapor humidificado se libera a través del aire seco.

Segundo :Secado al vacío a presiones bajas la volatilización de humedad se da con mayor velocidad , la trasferencia de calor se adiciona inmediatamente por unión con un medio metálico.

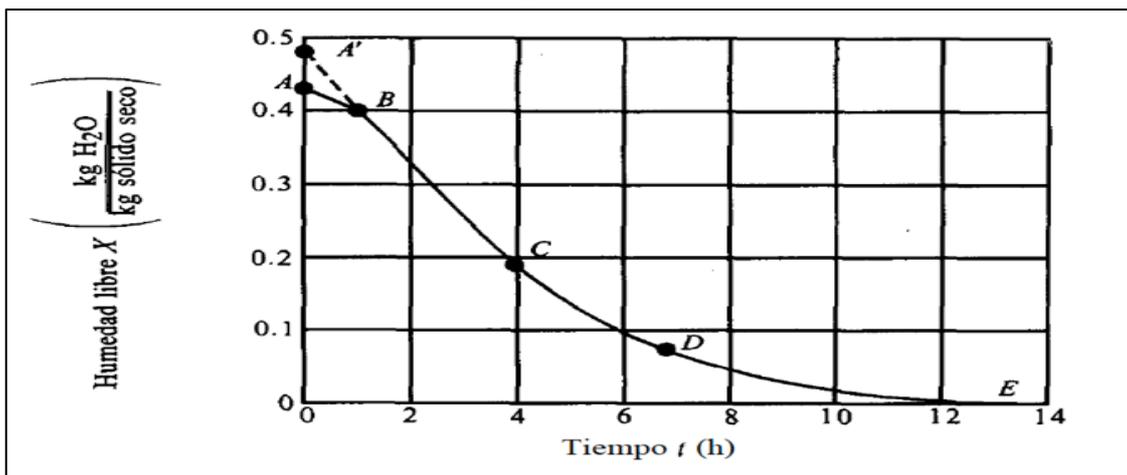
Tercero : En la liofilización,el agua del material que se está secando (alimento ) pasa del estado sólido (congelado) al estado gaseoso (Lewis, 1993).(Geankoplis, 1998)

### 2.2.1.9 Velocidad de Secado en Atmosfera Circulante Cálida

La protitud de secado es dimensionada a situaciones ininterrumpidas y se relaciona con la duración, en el desarrollo de la cinética, se aprecian dos etapas de rapidez invariable, la primera AB y otra etapa de rapidez en bajada BC. La rapidez de deshumidificado está verificada po el flujo de trasmisión de energía y puede aumentar el calor o movimiento del viento (Lewis, 1993).

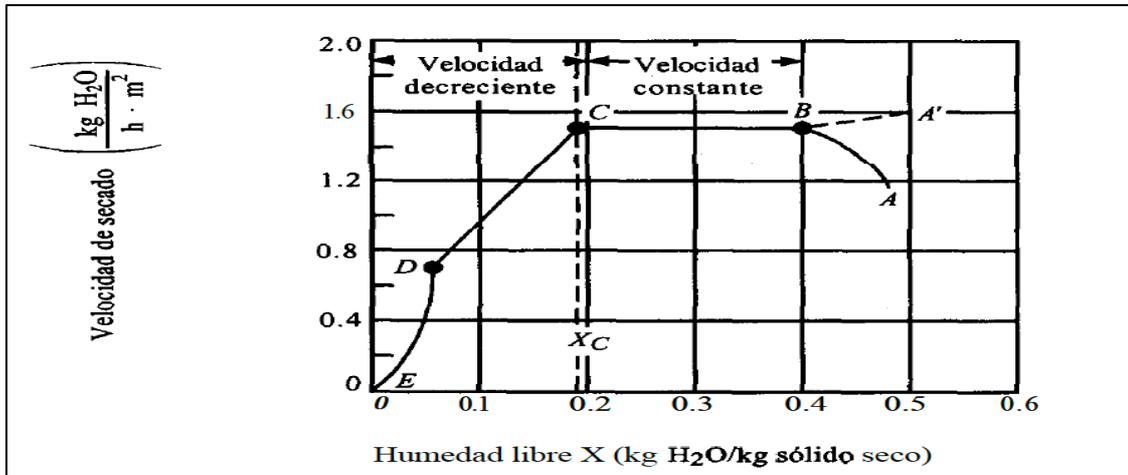
La rapidez de liberación de humedad depende de la difusión molecular másica (vapor de humedad ) entre el producto y flujo de aire, asi como por la tramisión de energía. A continuación se muestran la Figura 1y 2.

**Figura 1**  
**Humedad en el Proceso de Tiempo de Secado**



Nota. Tomado de; Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias de Christie J. Geankoplis

**Figura 2**  
**Las Etapas de Velocidad de Secado con la Reducción de la Humedad**



Nota. Tomado de; Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias de Christie J. Geankoplis

## 2.2.2 Marco Conceptual

### 2.2.2.1 Osmodeshidratación

Operación unitaria de la Ingeniería de alimentos, que tiene la finalidad de transformación de la materia prima con la migración del agua de sistemas alimentarios, recursos naturales (procesados, troceados, fragmentado, etc...) sometiendo en inmersión de soluciones hipertónicas de altas concentraciones. Definición, constructo desarrollado por la docente para el presente estudio.

Así mismo, Juan de Dios Alvarado, afirma que: "El osmodeshidratado como el evento penetración "Trasporte de humedad, inclinación sinérgica a la transferencia de componentes sólidos, de la solución que rodea al vegetal hacia el mismo, el componente sólido no se traslada a través de las paredes por semipermeabilidad, pero en la práctica se traslada con menor movimiento que el agua" (Alvarado, 2013). También, "El pretratamiento osmótico con sacarosa y solución de cloruro de sodio, da como resultado la minimización de la contracción y una mejor rehidratación de las verduras secas (Heping Li and Hosahalli S Ramaswamy, 2006).

"Las frutas en diferentes presentaciones se deshidratan por sumersión en sustancias hipertónicas, implicando liberación de agua, ciertos sólidos solubles. (azúcar, compuestos fenólicos, minerales) a la solución hipertónica, va

Isabel Rocío

acompañado de migración de solutos a la parte interna de la fruta” (Landim,Barbosa, & Junior, 2016).citado por (Palacios Romero et al., 2022b)

En alimentos se deshidrata osmóticamente sumergiendo en soluciones hipertónicas, obteniéndose la migración molecular de los componentes de los alimentos desde adentro hacia afuera, así como la migración del fluido que rodea al alimento en sentido inverso

#### **2.2.2.2 Rocoto Osmodeshidratado**

Recurso vegetal preparado en (piezas, tiras, trozos) de Rocoto (*Capsicum pubescens*) deshidratado en soluciones salinas, jarabes y otras para ser utilizado como ingrediente funcional en (sopas, cremas, mezclas nutricionales) en la alimentación saludable y luego ser sometido a secado. Definición,constructo desarrollado por la docente para el presente estudio.

“El proceso consiste en colocar el alimento sólido (entero o en trozos) en soluciones de alta concentración de azúcar o sal”(Torreggiani & Bertolo, 2004).

Por otro lado, se afirma que la “osmodeshidratación de rebanadas de mango en solución de sacarosa y en emulsión preparado con inulina y oleorresina de pimiento piquína 40 °C mostraron la mayor ganancia de aceite y retención de compuestos bioactivos” (Jiménez-Hernández et al., 2017).

#### **2.2.2.3 Movimiento de la Velocidad de Secado**

Estudio del movimiento de los componentes que participan en el tratamiento de de secado de los alimentos,teniendo en consideración las variables como humedad de equilibrio,temperatura y tiempo.Relacionando la liberación de humedad del interior del alimento y velocidad de salida del mismo .

### **2.3 Definición de Términos básicos**

#### **2.3.1 Secado de Alimentos**

Perdida de agua en el alimento por transferencia de calor ,“Liberación física de humedad,mediante sublimación con transferencia de calor controlada a través de la energía que se aplica en el área del alimento, a través de liberación de agua en estado de vapor, con presiones bajas” (Campbell-Platt, 2009).

Proceso de transferencia de calor y masa, para matrices alimentarias direccionado por el flujo gaseoso alrededor del producto “aire de bajo contenido

de humedad” cálido, provocando la liberación de agua. Definición, constructo desarrollado por la docente para el presente estudio.

Por otro lado, tenemos: “El aumento de temperatura disminuye el tiempo de secado y cantidad de agua en equilibrio. Se puede verificar la influencia de estructura y morfología del alimento en el tratamiento y tiempo de eliminación de agua favorable, se verificó a 40°C y 10% HR”(Catorze et al., 2022).

### **2.3.2 Deshidratado de Alimentos**

Operación unitaria de transferencia de masa y calor en matrices alimentarias, donde el fluido que se ubica alrededor del alimento produce la migración molecular de liberación de agua en el producto. Definición de la Investigadora.

Podemos decir que la deshidratación osmótica de las ciruelas 'Sun Gold', como tratamiento previo al secado convencional, es efectivo ya que ayuda a reducir el contenido de agua, permite obtener productos enriquecidos en inulina, la solución osmótica de glicerol e inulina (fibra dietética). (Palacios Romero et al., 2022a)

Deshidratar osmóticamente en alimentos como la cereza con solución en almíbar por el método de impregnación múltiple en solución hipertónica de baja concentración inicial 25% hasta 65% °Brix. (Maldonado & González Pacheco, 2022)

### **2.3.3 Difusividad Mésica Molecular**

Lewis define: “Dispersión de un material en sus alrededores, transporte de materia a escala molecular a través de un fluido inmóvil” (Lewis, 1993), (Pauline M. Dorian, 1998).

### **2.3.4 Difusividad Térmica**

“Característica termofísica relacionada con el caudal no estacionario de calor, evalúa el volumen de un componente para transportar calor en referencia a su capacidad de acumular calor.” (Serpil Sahin y Servet Gulum Sumnu, 2006).

“Evaluación de la prontitud de variación de calor cuando hay aumento o disminución de temperaturas, son calentados o enfriados rápidamente materiales de alta difusividad térmica, lo contrario ocurre cuando son calentados o enfriados lentamente materiales de baja difusividad térmica.” (Lewis, 1993).

La difusividad térmica: conexión entre sólido y fluido ( $1 \leq R \leq 103$ ). (Rivera, R., 2022)

Isabel Romero

### **2.3.5 Rapidez de secado**

Durante el secado de rocoto osmodeshidratado se evalúa el movimiento migratorio de fluidos como la relación de la rapidez de liberación de agua y reducción de agua del material por evaporación (migración molecular del agua desde el centro geométrico del alimento hacia afuera), así como en relación al tiempo de secado del alimento o indicadores en correspondencia con éste, (humedad, peso, forma, proporciones del rocoto) Definición, constructo desarrollado por la docente para el presente estudio..

El desarrollo del proceso de liberación de agua en alimentos es una de las etapas casi finales de los procesos productivos de transformación en alimentos. El tiempo de reducción de humedad más largo y la temperatura mayor aumentan el consumo de energía. La transferencia de calor en el aire y el tamaño del sólido influyen en las características de secado y la cinética. El contenido de humedad se convierte en una relación de humedad adimensional para predecir la cinética del secado. Los parámetros cinéticos se pueden utilizar para predecir el tiempo de secado y diferentes temperaturas de secado. (Febiani Dwi Utaria Mohamad Djaenib Aprilina Purbasarib Zulhaq, 2022)

### **2.3.6 Temperatura**

Magnitud física escalar, que mide el estado térmico a 35°C, 50°C y 70°C del fluido aire seco convectivo circulante, que rodea al rocoto osmodeshidratado. Definición, constructo desarrollado por la docente en el presente estudio.

### **2.3.7 Efectos en la Rapidez de Secado en el Osmodeshidratado del Rocoto**

La reducción de humedad del rocoto osmodeshidratado, se entiende como la variación de la humedad con respecto al tiempo, variación de la velocidad de secado con respecto al tiempo, cambios de rapidez de la liberación de agua en la reducción de la humedad.

Antes del secado, los efectos de tres tratamientos previos (campo eléctrico pulsado (PEF), ultrasonido (US) y escaldado convencional (CB) sobre la rapidez de liberación de agua y propiedad del sólido deshidratado en secado con aire caliente (HA) redujeron significativamente el tiempo de secado y el consumo de energía en el producto, también mejoraron la velocidad de secado y la difusividad efectiva de la humedad (Mirzaei-Baktash et al., 2022)

Isabel B. M. C. F.

### III HIPÓTESIS Y VARIABLES

#### 3.1 Hipótesis

##### 3.1.1 Hipótesis General

Los efectos, a determinados tratamientos termicos, en la cinética de secado del rocoto (*Capsicum pubescens*) osmodeshidratado presentan variabilidad significativa.

##### 3.1.2 Hipótesis Especificas

- a. La humedad a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado del rocoto (*Capsicum pubescens*) osmodeshidratado presenta una variabilidad del 6%,10%, 14%.
- b. La velocidad de secado a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado del rocoto (*Capsicum pubescens*) osmodeshidratado presenta una relación directa
- c. La velocidad de secado a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado es inversa a la humedad del rocoto (*Capsicum pubescens*) osmodeshidratado.

#### 3.2 Definición Conceptual de las Variables

✓ Variable Independiente, Temperaturas de secado :

Tratamientos termicos en el proceso de secado del recurso natural alimentario Rocoto (*Capsicum pubescens*) osmodeshidratado determinado a 75°C, 50°C y 35°C, en un equipo de secado convectivo.

Transferencia de Calor; es el fenomeno de transporte dentro de la Ingeniería de Alimentos.Variable Dependiente, Efectos en la Cinetica de Secado Osmodeshidratado del rocoto (*Capsicum pubenscens*).

Movimiento de liberación de agua en el fruto denominado Rocoto (*Capsicum pubescens*) osmodeshidratado:

Rapidez de eliminación de agua en el alimento investigado a temperaturas permanentes de 75°C, 50°C, 35°C con relación a la humedad y tiempo.

□Propiedades de secado; son las características térmicas de la Operación Unitaria.

Isabel Ancof

□ Humedad, contenido de agua que se libera de alimento y esta dado en grs, grs de agua/gr de materia seca.

□ Velocidad de secado, la rapidez de la liberación del agua en el alimento.

### 3.3 Operacionalización de Variable

El proceso de medir, manipular la variables se observan en la **Tabla 13**

**Tabla 13**  
**Operacionalización de Variable.**

Variable	Dimensión	Indicador	Índice	Método	Técnica
<b>Independiente</b>					
Temperaturas de secado a 75°C, 50°C y 35°C.	Trasferencia de Calor	Temperaturas en el tiempo.	°C	Conservación de alimentos	Experimental, de control y contrastación de temperaturas
<b>Dependiente</b>					
Efectos en la Cinética de Secado Osmodeshidratado	Propiedades de Secado	-Humedad (W). -Velocidad de secado -Velocidad de secado en función de la humedad del alimento	g g/s m/s 1/s m <sup>2</sup> /s	Conservación de alimentos	W=f(t) d W/dt =f(t) d W/dt=f(W)

Fuente: Elaborado en el presente proyecto (2022)

## IV DISEÑO METODOLÓGICO

### 4.1 Tipo y Diseño de la investigación

La investigación es experimental aplicada. El propósito de la investigación es medir las variables que son la causa del cambio, modificación, contrastación, ensayo con la finalidad de aportar nuevo conocimiento. Se aplica las consecuencias de la investigación experimental para desarrollar modelos aplicativos que aporten en la solución de problemas de la humanidad (Espinoza, M., 2014).

En la investigación se medirán las variables de temperaturas del proceso de eliminación de agua en el rocoto osmodeshidratado ,alimento que será aplicado añadido,agregado como componente funcional en la alimentación humana.

El diseño es experimental, la investigación hace mención a la medición intencional,voluntaria de variables independientes (Hipótesis, supuestos:Origen-antecedente) hacia examinar los efectos de las mediciones en las variables dependientes (Hipótesis, supuestos:Efectos-consecuencias,resultados) dentro del proceso de experimentación (Privitera, 2017; Fleiss, 2013 y O'Brien,2009). Citado por (Hernández-Sampieri, 2018).

En la investigación se desarrolló manipulando intencionalmente las variables experimentales con tratamientos intencionales de las variables independientes para obtener los resultados medibles en la variable dependiente,logrando obtener el control de la experimentación(Hernández-Sampieri, 2018).

Aunado a ello se presenta la **Tabla 14 y Tabla 15**, del estudio experimental que se desarrolló .

**Tabla 14**  
**Diseño Experimental de la Investigación**

	Tratamientos Termicos	Movimiento de Eliminación de Agua en el Rocoto Osmodeshidratado	Humedad Tiempo	Velocidad de Secado,Vs. Tiempo	Velocidad de Secado Vs.Humedad
1.1	T1ensayo	MARO-1	$H_{(1,1)}, \phi_1$	$\left(\frac{H_{(1,1)}}{\phi_1}, \phi_1\right) \dots$	$\left(\frac{W_{(1,1)}}{\phi_1}, W_{(1,1)}\right)$
2.1	T2ensayo	MARO-2	$H_{(2,1)}, \phi_1$	$\left(\frac{H_{(2,1)}}{\phi_1}, \phi_1\right) \dots$	$\left(\frac{W_{(2,1)}}{\phi_1}, W_{(2,1)}\right)$
3.1	T3ensayo	MARO-3	$H_{(3,1)}, \phi_1$	$\left(\frac{H_{(3,1)}}{\phi_1}, \phi_1\right) \dots$	$\left(\frac{W_{(3,1)}}{\phi_1}, W_{(3,1)}\right)$

Fuente: Preparado para la investigación,(2022).

Isabel Ancof

**Tabla 15**

**Movimiento de Eliminación de Agua en el Rocoto Osmodeshidratado**

MARO-1,Tens1			MARO-2,Tens2			MARO-3,Tens3		
$W_{(1,1)}, \emptyset_1$	$\frac{W_{(1,1)}}{\emptyset_1}, \emptyset_1$	$\frac{W_{(1,1)}}{\emptyset_1}, W_1$	$W_{(2,1)}, \emptyset_1$	$\frac{W_{(2,1)}}{\emptyset_1}, \emptyset_1$	$\frac{W_{(2,1)}}{\emptyset_1}, W_1$	$W_{(3,1)}, \emptyset_1$	$\frac{W_{(3,1)}}{\emptyset_1}, \emptyset_1$	$\frac{W_{(3,1)}}{\emptyset_1}, W_1$
$W_{(1,2)}, \emptyset_2$	$\frac{W_{(1,2)}}{\emptyset_2}, \emptyset_2$	$\frac{W_{(1,2)}}{\emptyset_2}, W_2$	$W_{(2,2)}, \emptyset_2$	$\frac{W_{(2,2)}}{\emptyset_2}, \emptyset_2$	$\frac{W_{(2,2)}}{\emptyset_2}, W_2$	$W_{(3,2)}, \emptyset_2$	$\frac{W_{(3,2)}}{\emptyset_2}, \emptyset_2$	$\frac{W_{(3,2)}}{\emptyset_2}, W_2$
$W_{(1,3)}, \emptyset_3$	$\frac{W_{(1,3)}}{\emptyset_3}, \emptyset_3$	$\frac{W_{(1,3)}}{\emptyset_3}, W_3$	$W_{(2,3)}, \emptyset_3$	$\frac{W_{(2,3)}}{\emptyset_3}, \emptyset_3$	$\frac{W_{(2,3)}}{\emptyset_3}, W_3$	$W_{(3,3)}, \emptyset_3$	$\frac{W_{(3,3)}}{\emptyset_3}, \emptyset_3$	$\frac{W_{(3,3)}}{\emptyset_3}, W_3$
$W_{(1,4)}, \emptyset_4$	$\frac{W_{(1,4)}}{\emptyset_4}, \emptyset_4$	$\frac{W_{(1,4)}}{\emptyset_4}, W_4$	$W_{(2,4)}, \emptyset_4$	$\frac{W_{(2,4)}}{\emptyset_4}, \emptyset_4$	$\frac{W_{(2,4)}}{\emptyset_4}, W_4$	$W_{(3,4)}, \emptyset_4$	$\frac{W_{(3,4)}}{\emptyset_4}, \emptyset_4$	$\frac{W_{(3,4)}}{\emptyset_4}, W_4$
$W_{(1,5)}, \emptyset_5$	$\frac{W_{(1,5)}}{\emptyset_5}, \emptyset_5$	$\frac{W_{(1,5)}}{\emptyset_5}, W_5$	$W_{(2,5)}, \emptyset_5$	$\frac{W_{(2,5)}}{\emptyset_5}, \emptyset_5$	$\frac{W_{(2,5)}}{\emptyset_5}, W_5$	$W_{(3,5)}, \emptyset_5$	$\frac{W_{(3,5)}}{\emptyset_5}, \emptyset_5$	$\frac{W_{(3,5)}}{\emptyset_5}, W_5$
$W_{(1,6)}, \emptyset_6$	$\frac{W_{(1,6)}}{\emptyset_6}, \emptyset_6$	$\frac{W_{(1,6)}}{\emptyset_6}, W_6$	$W_{(2,6)}, \emptyset_6$	$\frac{W_{(2,6)}}{\emptyset_6}, \emptyset_6$	$\frac{W_{(2,6)}}{\emptyset_6}, W_6$	$W_{(3,6)}, \emptyset_6$	$\frac{W_{(3,6)}}{\emptyset_6}, \emptyset_6$	$\frac{W_{(3,6)}}{\emptyset_6}, W_6$
$W_{(1,7)}, \emptyset_7$	$\frac{W_{(1,7)}}{\emptyset_7}, \emptyset_7$	$\frac{W_{(1,7)}}{\emptyset_7}, W_7$	$W_{(2,7)}, \emptyset_7$	$\frac{W_{(2,7)}}{\emptyset_7}, \emptyset_7$	$\frac{W_{(2,7)}}{\emptyset_7}, W_7$	$W_{(3,7)}, \emptyset_7$	$\frac{W_{(3,7)}}{\emptyset_7}, \emptyset_7$	$\frac{W_{(3,7)}}{\emptyset_7}, W_7$
$W_{(1,8)}, \emptyset_8$	$\frac{W_{(1,8)}}{\emptyset_8}, \emptyset_8$	$\frac{W_{(1,8)}}{\emptyset_8}, W_8$	$W_{(2,8)}, \emptyset_8$	$\frac{W_{(2,8)}}{\emptyset_8}, \emptyset_8$	$\frac{W_{(2,8)}}{\emptyset_8}, W_8$	$W_{(3,8)}, \emptyset_8$	$\frac{W_{(3,8)}}{\emptyset_8}, \emptyset_8$	$\frac{W_{(3,8)}}{\emptyset_8}, W_8$
$W_{(1,9)}, \emptyset_9$	$\frac{W_{(1,9)}}{\emptyset_9}, \emptyset_9$	$\frac{W_{(1,9)}}{\emptyset_9}, W_9$	$W_{(2,9)}, \emptyset_9$	$\frac{W_{(2,9)}}{\emptyset_9}, \emptyset_9$	$\frac{W_{(2,9)}}{\emptyset_9}, W_9$	$W_{(3,9)}, \emptyset_9$	$\frac{W_{(3,9)}}{\emptyset_9}, \emptyset_9$	$\frac{W_{(3,9)}}{\emptyset_9}, W_9$
$W_{(1,10)}, \emptyset_{10}$	$\frac{W_{(1,10)}}{\emptyset_{10}}, \emptyset_{10}$	$\frac{W_{(1,10)}}{\emptyset_{10}}, W_{10}$	$W_{(2,10)}, \emptyset_{10}$	$\frac{W_{(2,10)}}{\emptyset_{10}}, \emptyset_{10}$	$\frac{W_{(2,10)}}{\emptyset_{10}}, W_{10}$	$W_{(3,10)}, \emptyset_{10}$	$\frac{W_{(3,10)}}{\emptyset_{10}}, \emptyset_{10}$	$\frac{W_{(3,10)}}{\emptyset_{10}}, W_{10}$
$W_{(1,11)}, \emptyset_{11}$	$\frac{W_{(1,11)}}{\emptyset_{11}}, \emptyset_{11}$	$\frac{W_{(1,11)}}{\emptyset_{11}}, W_{11}$	$W_{(2,11)}, \emptyset_{11}$	$\frac{W_{(2,11)}}{\emptyset_{11}}, \emptyset_{11}$	$\frac{W_{(2,11)}}{\emptyset_{11}}, W_{11}$	$W_{(3,11)}, \emptyset_{11}$	$\frac{W_{(3,11)}}{\emptyset_{11}}, \emptyset_{11}$	$\frac{W_{(3,11)}}{\emptyset_{11}}, W_{11}$
$W_{(1,12)}, \emptyset_{12}$	$\frac{W_{(1,12)}}{\emptyset_{12}}, \emptyset_{12}$	$\frac{W_{(1,12)}}{\emptyset_{12}}, W_{12}$	$W_{(2,12)}, \emptyset_{12}$	$\frac{W_{(2,12)}}{\emptyset_{12}}, \emptyset_{12}$	$\frac{W_{(2,12)}}{\emptyset_{12}}, W_{12}$	$W_{(3,12)}, \emptyset_{12}$	$\frac{W_{(3,12)}}{\emptyset_{12}}, \emptyset_{12}$	$\frac{W_{(3,12)}}{\emptyset_{12}}, W_{12}$

Fuente: Desarrollado para la investigación, (2022).

**4.2 Método de Investigación**

La investigación se desarrolló experimentalmente, se aplicó un proceso de transferencia de masa por osmodeshidratación de acuerdo a la formulación de jarabe señalada en la formulación, luego se aplicaron tratamientos térmicos de transferencia de calor a tres temperaturas constantes sobre el rocoto osmodeshidratado durante el proceso de secado controlando las variables de humedad de equilibrio vs tiempo para cada temperatura de trabajo, así mismo se controló las variables de velocidad de secado vs tiempo de secado, también velocidad de secado versus humedad de secado respectivamente.

**4.3 Población y Muestra**

La población de rocoto (*Capsicum pubescens*) es desconocida. Fueron adquiridos en el Mercado San José del Distrito de Jesús María.

La dimensión (Tamaño) de la muestra fue calculado con la siguiente fórmula :

$$n = \frac{Z^2(p)(q)}{E^2}$$

Al desconocer la dimensión (Tamaño) de la población, la muestra fue calculada

con la fórmula  $= \frac{Z^2(p)(q)}{E^2}$ , la cual se utiliza cuando no se conoce la

Isabel Enciso

población. Apreciándose las características de las variables que la integran :

“n” es el valor de la muestra inicial; “z” es el límite de confianza; “p” probabilidad de éxito (representa no defectuosos, aciertos); “q” probabilidad de fracaso (representa defectuosos, errores); “E” representa el nivel de precisión (Hernández-Sampieri, 2018), (Pearson, 1986).

Cálculo del tamaño de muestra desconociendo la dimensión (tamaño) de la población (Infinita), se obtiene con la próxima fórmula (Torres et al., 2018).

$$n = \frac{Z^2(p)(q)}{E^2}$$
$$n = \frac{(1.44)^2(0.9)(0.1)}{(0.15)^2} = 8$$

El contenido de “n” para el estudio fue de n=8 unidades.

#### **4.4 Lugar de Estudio y Periodo Desarrollado**

La investigación se efectuó en el Instituto de Investigación Agroindustrial (IIEA) de la UNAC. Durante el año 2022 al 2023.

#### **4.5 Técnicas e Instrumentos para la Recolección de la Información**

##### **4.5.1 Técnicas para la Recolección de la Información**

Se recolectaron datos teniendo en cuenta los siguientes aspectos :

Los métodos de obtención de datos que se emplearon son indicadas a continuación:

1. Características fisicométricas del alimento (*Capsicum pubescens*)
2. Acondicionamiento y progreso del flujograma de preparación del rocoto osmodeshidratado (*Capsicum pubescens*).
3. Elaboración de la formulación del jarabe osmodeshidratador.
4. Obtención de datos del proceso de secado del rocoto osmodeshidratado relacionando humedad vs tiempo a diferentes temperaturas. Así como la velocidad de secado vs tiempo y humedad respectivamente a diferentes temperaturas.
5. Obtención de resultados descriptivos e inferenciales
6. Discusión de los resultados hallados en el desarrollo progreso de la investigación

Isabel Amocq

#### **4.5.2 Los instrumentos de recolección de datos que se utilizarón**

Material: Rocoto (*Capsicum pubescens*), agua, azúcar

Utilitario de vidrio: (Matraz de 20 ml, 100ml, cápsula petri, envases de 500 ml)

Instrumentos: (Micrómetro, secador convectivo, pie de rey, fuente de acero tenazas-acero, estilete-acero, refractómetro digital Atago, balanza digital analítica Adventurer Ohaus, Balanza para determinar humedad, pH, equipo de titulación).

Ficha de obtención de información: Propiedades fisicométricas del rocoto, preparación del jarabe osmodeshidratador, flujograma de elaboración del rocoto osmodeshidratado y secado del rocoto, pruebas experimentales de la cinética de secado.

#### **4.6 Análisis y Procesamiento de Datos**

En la investigación, fueron acopiados los datos en una hoja matriz, se procesó la información utilizando la estadística descriptiva, también se utilizaron fórmulas y leyes de la ingeniería de procesos en alimentos en transferencia de masa, de calor en estado estacionario y no estacionario, leyes de secado y deshidratación osmótica en alimentos para desarrollar las curvas de secado en relación a la reducción de humedad versus el tiempo, así como, la velocidad de secado en relación al tiempo y humedad .

##### **Aspectos Éticos en la Investigación**

La investigación se desarrolló cumpliendo los principios éticos señalados en el código de ética de la UNAC. (Probidad, profesionalismo, transparencia, objetividad, igualdad, compromiso, honestidad, confidencialidad Independencia, Diligencia. Dedicación).

Isabel Amocaj

## V RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados descriptivos, inferenciales y otros resultados.

### 5.1 Resultados descriptivos

#### 5.1.1 Preparación del rocoto (*Capsicum pubescens*) osmodeshidratado

El rocoto (*Capsicum pubescens*) fué seleccionado presentando características optimas de calidad para obtener un producto final también de buena calidad, fué clasificado por el peso y calibre en la categoría A, fue lavado con abundante agua eliminando las impurezas .

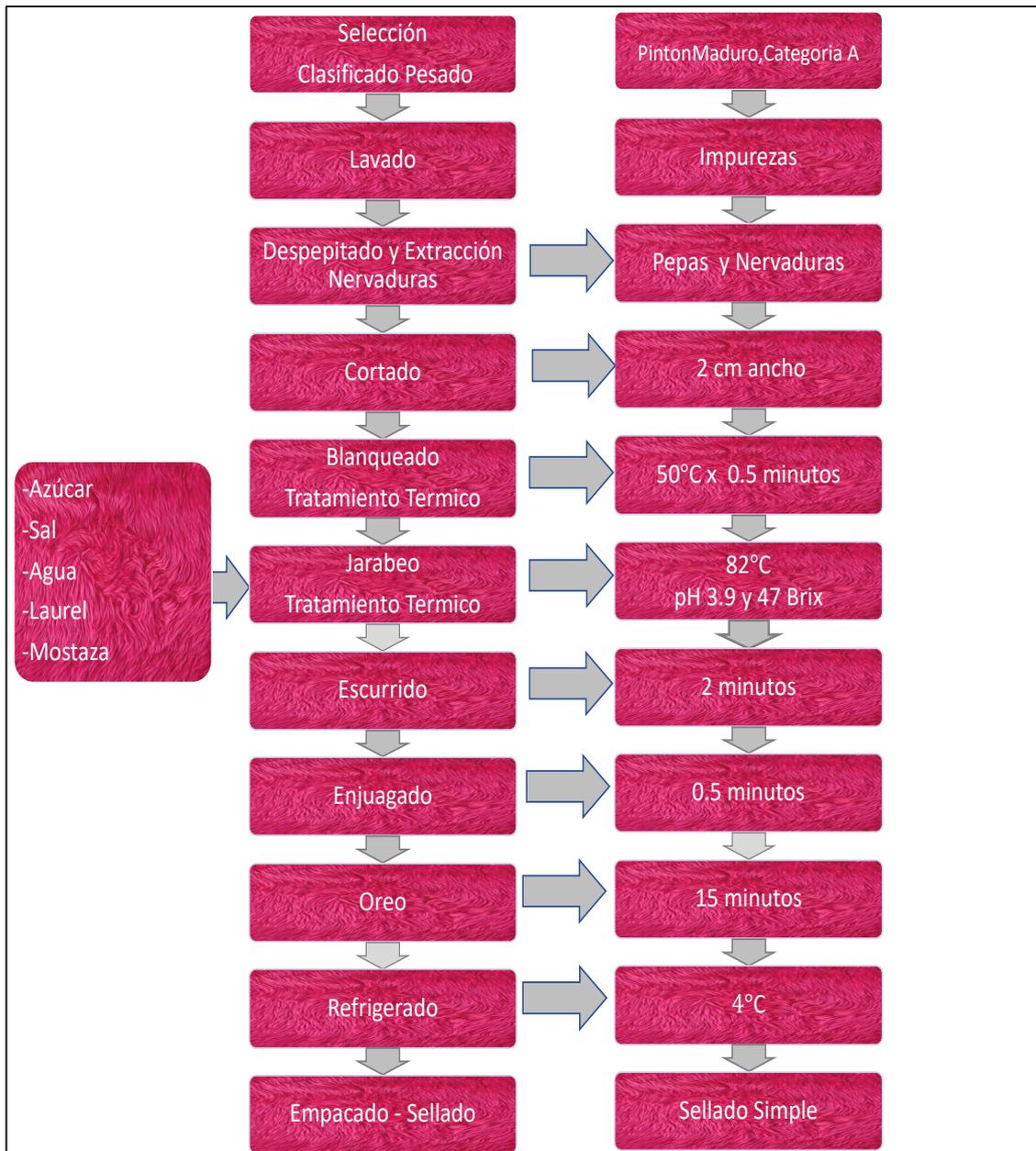
Luego fué despepitado y se extrajo las nervaduras (venas), cortado perpendicular en tiras de 2 cms de ancho, además fué sometido a tratamiento termico de 50°C x 0.5 minutos. A continuación se prepara el jarabe con los ingredientes (azúcar, laurel, semilla de mostaza, pimienta de chapa, sal y agua) sometido a tratamiento termico de 82°C, pH=3.9 y 24.25 °Brix, luego se adiciona el jarabe en caliente a los envases de vidrio que contienen las piezas de rocoto, dejando el espacio de cabeza adecuado en el envase, así como, el sellado manual, dejando reposar por espacio de 4 horas, luego se drenó el jarabe separando el jarabe y las piezas osmodeshidratadas, se lavaron las piezas de rocoto a 0.5 minutos, luego se oreo por espacio de 15 minutos a temperatura de ambiente para posteriormente ser refrigerado a 4°C y luego colocarlos en bolsas de poliestireno de alta densidad, para posteriormente someterlos a los procesos de secado a diferentes temperaturas, se presenta en la Figura 4 y anexos el proceso de acondicionamiento, osmodeshidratado y secado del rocoto.

Aunado a ello, se observan las figuras de las curvas de secado a las temperaturas mencionadas, Ver Figura 5, Figura 6, Figura 7.

Se presentan el flujo de estandarización del rocoto (*Capsicum pubescens*) osmodeshidratado

Isabel Ancof

**Figura 3**  
**Flujo de Estandarización del Rocoto (*Capsicum pubescens*)**  
**Osmodeshidratado**



Fuente: Elaborado para la presente investigación (2022)

### 5.1.2 Formulación del líquido (Jarabe)

Se desarrolló la formulación del jarabe que acompaña al rocoto desarrollándose el proceso de osmodeshidratación Jarabe -Rocoto. En la **Tabla 16** se presenta la formulación del jarabe osmótico

**Tabla 16**

**Formulación de la solución osmótica para el deshidratado osmótico del rocoto (*Capsicum pubescens*)**

Características	Ingredientes	gr	%
Sustrato base	Rocoto	500	50.0
Solución Osmótica	Azúcar	242.5	24.25
Jarabe	Laurel	1.5	0.15
	Mostaza	0.75	0.075
	Pimienta Chapa	0.75	0.075
	Sal	0.75	0.075
	Agua	253.75	25.38
	Total	1000	100 %

**5.1.3 Características Físicas del Rocoto (*Capsicum Pubescens*)**

Se presentan las características de peso de los rocotos seleccionados y el calibre de los rocotos clasificados, se aprecia en la Tabla 17.

**Tabla 17 Características Físicas del Rocoto (*Capsicum Pubescens*)**

N°	Calibre (mm)	Peso (g)
1	70,49	145,0
2	76,11	146,5
3	63,23	118,7
4	71,43	144,9
5	66,15	115,2
6	60,61	94,2
7	69,51	110,7
8	66,84	110.41

**5.1.4 Determinación de la Humedad a las temperaturas de 75°C, 50°C, 35°C en la cinética de secado del rocoto (*Capsicum pubescens*) osmodeshidratado.**

Se presentan los resultados en la Tabla 18,19 y 20 de los datos de secado del rocoto osmodeshidratado (*Capsicum pubences*) a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C, relacionando la reducción de humedad libre en función del tiempo de secado.

**Tabla 18**  
**Datos de Secado del Rocoto (*Capsicum pubescens*) Osmodeshidratado a**  
**temperaturas de 75°C, en función de Humedad libre vs Tiempo.**

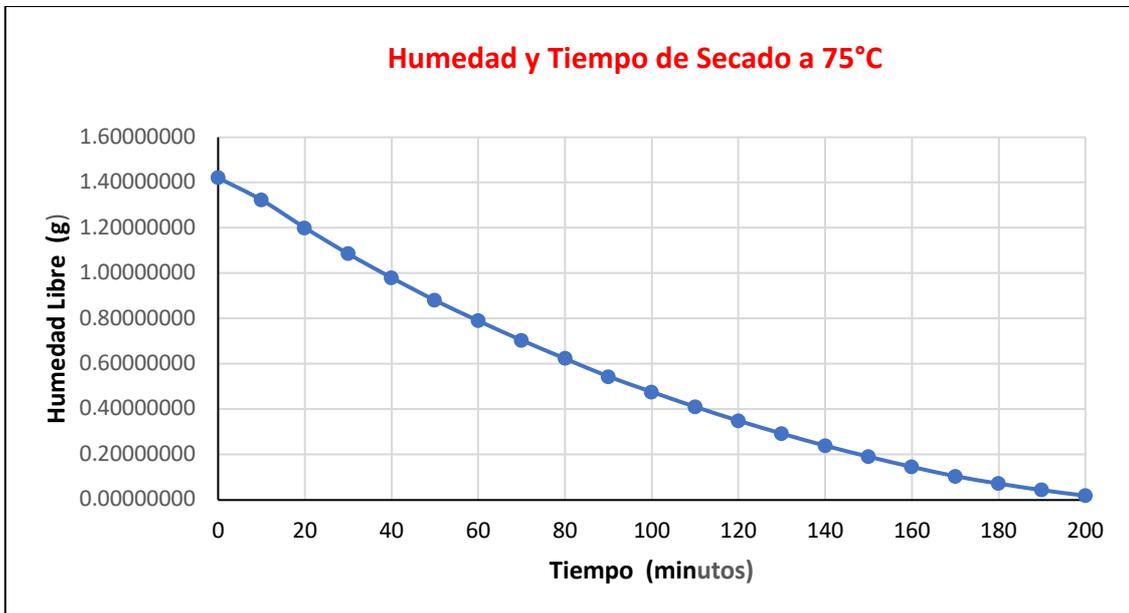
Tiempo (min)	$X = X_T - X^*$ (Humedad Libre)
0	1.42103293
10	1.32335329
20	1.20097305
30	1.08607784
40	0.98053892
50	0.88098802
60	0.79041916
70	0.70471557
80	0.62387725
90	0.54491018
100	0.47717066
110	0.41130240
120	0.34992515
130	0.29303892
140	0.23989521
150	0.19124251
160	0.14633234
170	0.10516467
180	0.07260479
190	0.04378743
200	0.01946108

**Figura 4**  
**Acondicionamiento, Proceso Osmodeshidratado y Secado del Rocoto (Capsicum Pubescens)**

		
<p>Rocoto Capsicum pubescens</p>	<p>Peso de unidades de Rocoto</p>	<p>Calibrado del Rocoto</p>
		
<p>Formas y Cortes del Rocoto</p>	<p>Rocoto Envasado con el Jarabe</p>	<p>pH del Jarabe para el Rocoto</p>
		
<p>Tiras de Rocoto Osmodeshidratado</p>	<p>Determinador de Humedad</p>	<p>Humedad Inicial</p>
		
<p>Humedad Inicial 70°C</p>	<p>Humedad Inicial 50°C</p>	<p>Humedad a 35°C</p>

*Isabel Rocca*

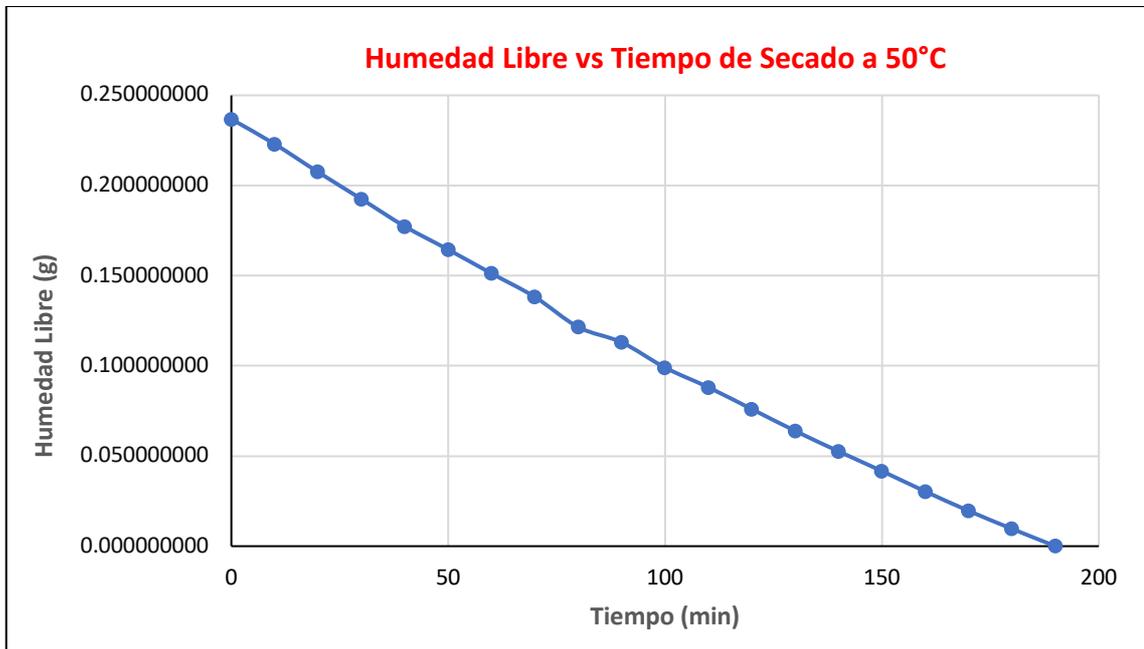
**Figura 5**  
**Curva de Secado del Rocoto (*Capsicum pubescens*) Osmodeshidratado a temperatura de 75°C, en función de Humedad libre vs Tiempo.**



**Tabla 19**  
**Datos de Secado del Rocoto (*Capsicum pubescens*) Osmodeshidratado a temperaturas de 50°C en función de Humedad libre vs Tiempo**

Tiempo (min)	$X=X_t-X^*$ (Humedad Libre)
0	0.236797667
10	0.222981271
20	0.207437826
30	0.192470064
40	0.177310408
50	0.164453485
60	0.151212772
70	0.138163955
80	0.121469143
90	0.113025791
100	0.099017501
110	0.088079521
120	0.075990175
130	0.063900829
140	0.052579060
150	0.041641081
160	0.030319312
170	0.019573227
180	0.009594719
190	0.000000000
200	0.000000000

**Figura 6**  
**Curvas de Secado del Rocoto (*Capsicum pubescens*) Osmodeshidratado a temperaturas de 50°C, en función de Humedad libre vs Tiempo.**

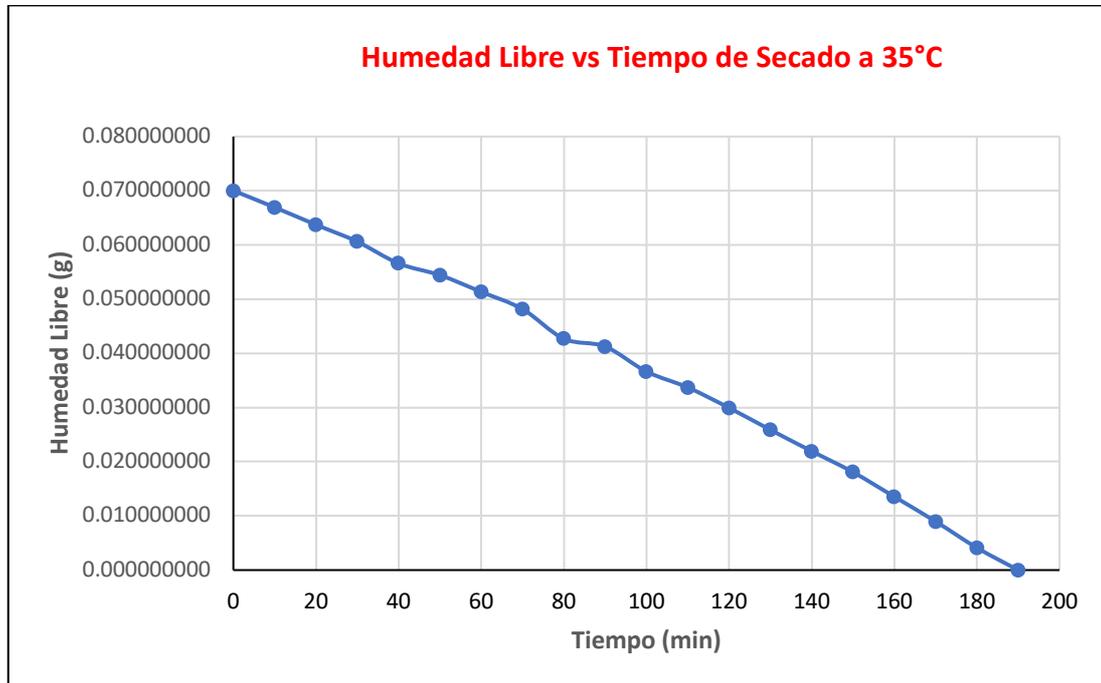


**Tabla 20**  
**Datos de Secado del Rocoto (*Capsicum pubescens*) Osmodeshidratado a temperaturas de 35 °C en función de Humedad libre vs Tiempo**

Tiempo (min)	$X=XT-X^*$ (Humedad Libre)
0	0.070016431
10	0.066930803
20	0.063725257
30	0.060601014
40	0.056585230
50	0.054423247
60	0.051338926
70	0.048154438
80	0.042689657
90	0.041240760
100	0.036630616
110	0.033704134
120	0.029938644
130	0.025872621
140	0.021939768
150	0.018074731
160	0.013536389
170	0.008968618
180	0.004111607
190	0.000000000

Figura 7

Curvas de Secado del Rocoto (*Capsicum pubescens*) Osmodeshidratado a temperaturas de 35°C en función de Humedad libre vs Tiempo.



La migración molecular del agua desde el rocoto osmodeshidratado al aire en forma de vapor de agua, está en relación por un lado con el contenido de agua, la estructura, forma, composición del rocoto osmodeshidratado y por otro lado tenemos la temperatura y humedad relativa del entorno que rodea al rocoto.

Si se dejan en conexión ambos medios a temperaturas de 35°C, 50°C, 75°C respectivamente, se obtiene el equilibrio entre la presión parcial de vapor del agua en el alimento  $P_{VH_2O}$  alimento y la presión parcial de vapor del agua en el aire  $P_{VH_2O}$  Aire

El rocoto osmodeshidratado adquiere una determinada cantidad de agua que se define como el contenido de humedad de equilibrio y el aire del ambiente queda con una humedad relativa de equilibrio.

Así mismo, con la variación entre la humedad inicial del rocoto osmodeshidratado y el contenido de humedad de equilibrio, se alcanzó la humedad libre o en exceso.

Se secaron rocotos (*Capsicum pubescens*) osmodeshidratados, a temperaturas de 35°C, 50°C, 75°C. en el secador Maidu N°ST-02 (equipo de secado convectivo con aire circulante), observándose la reducción del contenido de humedad en

Isabel Rocaf

relación al incremento del tiempo de secado, a mayor tiempo de secado se reduce el contenido de humedad libre.

En el caso de la temperatura de 35°C, la temperatura no es tan elevada por lo tanto no dañó las características de calidad del mismo. Esthetu, en el secado de chiles en diversos estadios fisiológicos reportó que a mayor temperatura de secado, el color del chile se deterioró, sin embargo la humedad relativa y temperatura de secado optima fué de 35 %, 50°C.(Getahun et al., 2021)

Por otro lado se evaluó el efecto de la temperatura de secado por atomizado de harina encapsulada de (*Capsicum pubescens*) sobre características fisicoquímicas manteniéndose constante la temperatura final a 80°C. mostrando actividades de agua menor a 0.3, a medida que sube la transferencia de calor las partículas se contraen, a temperaturas menores las partículas fueron suaves(Sá Mendes et al., 2020).

La cantidad de masa húmeda inicial de 7.137 g que posee el alimento se fué reduciendo por efecto de la temperatura de 75 °C, logrando una masa de sólido húmedo en equilibrio de 3.340 g.

La cantidad de masa húmeda inicial de 7.748 g que posee el alimento fué reduciéndose por efecto de la temperatura intermedia de 50 °C, logrando masa de sólido húmedo en equilibrio de 6.514 g.

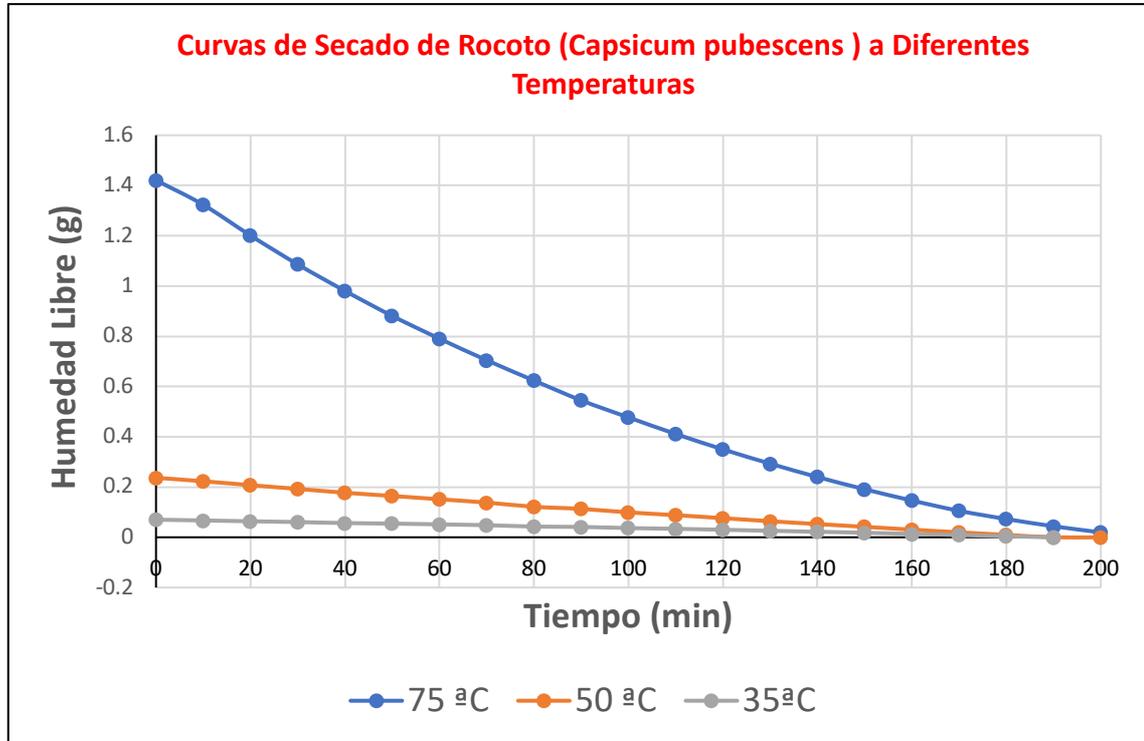
La cantidad de masa húmeda inicial de 7.137 g que posee el alimento se fue reduciéndose por efecto de la temperatura de 35°C, logrando masa de sólido húmedo en equilibrio a 6.758439 g.

En la Figura 7, se aprecia las 3 temperaturas de secado del producto, reducción de la humedad en relación al tiempo, observándose que si mantenemos constante el tiempo de secado, se reduce la humedad y temperatura de secado.

Isabel Amocq

Figura 8

Curvas de Secado del Rocoto (*Capsicum pubescens*) Osmodeshidratado a Temperaturas de 35°C, 50°C, 75°C, en función de Humedad Libre vs Tiempo.



El contenido de humedad de equilibrio disminuye al aumentar la temperatura, tenemos a 75 °C, la humedad de equilibrio de 3.340 g. A temperatura de 50 °C, humedad de equilibrio 6.514 g; a temperatura de 35 °C la humedad de equilibrio 6.7584 Kg. las relaciones de humedad de equilibrio pueden variar de muestra a muestra en un mismo material.

Conforme se incrementa el tiempo, la humedad libre disminuye en cada una de las curvas de tratamiento térmico a diferentes temperaturas de 35 °C, 50°C, 75°C. respectivamente.

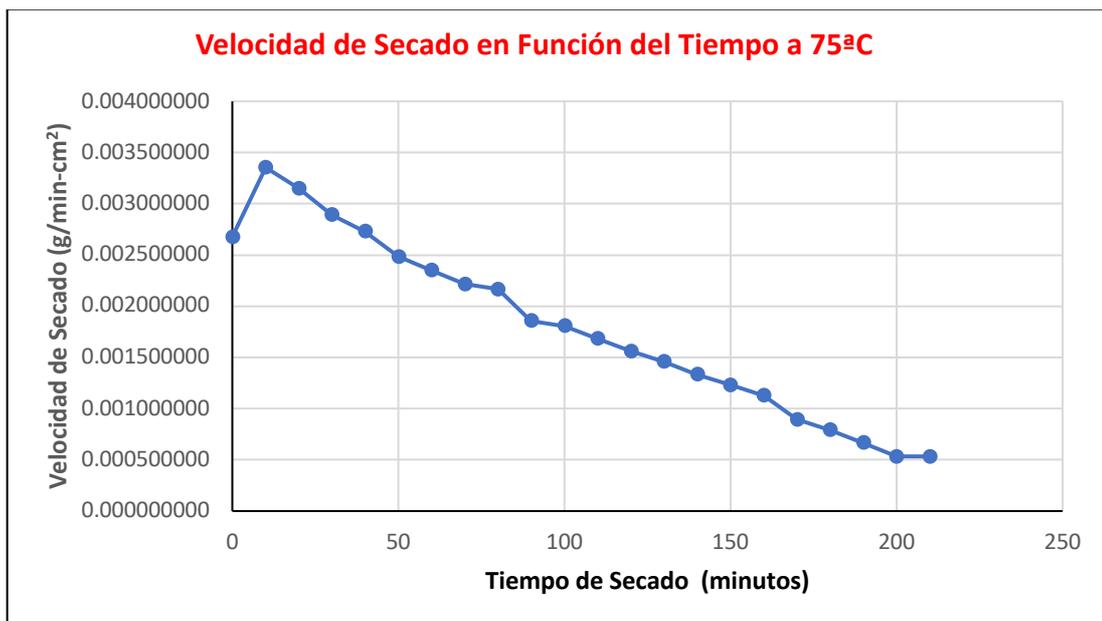
#### 5.1.5 Determinación de Velocidad de Secado en Función del Tiempo a temperaturas de 75 °C, 50°C, 35°C en la Cinética de Secado del Rocoto (*Capsicum pubescens*) Osmodeshidratado.

Se tienen tres fases en la evaluación de las curvas de tratamiento térmico de velocidad de secado del rocoto (*Capsicum pubescens*), en función del tiempo a temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C.

En la primera fase la velocidad de secado avanza en el tiempo conforme ésta se incrementa, luego permanece constante hasta llegar a la masa húmeda en equilibrio y a partir de esta disminuye la velocidad de secado en función del tiempo.

La primera fase, llamado de calentamiento e inducción no es considerable con respecto al tiempo total de secado, sin embargo es el tiempo necesario para lograr el régimen estacionario, se destaca por la transferencia de calor sensible del aire al rocoto, como se aprecia en las Tablas 20, 21 y 22. Durante esta etapa inicial, el rocoto se encuentra frío respecto al aire que lo rodea, prevalece la transferencia de calor frente a la transferencia de masa, la cual se encuentra restringido por la acotada presión de vapor de agua del rocoto, Figuras 8,9 y 10.

**Figura 9**  
**Curva de Velocidad de Secado Vs Tiempo en el Rocoto Osmodeshidratado (Capsicum pubescens) a la Temperatura de 75°C**



La segunda fase de velocidad de secado constante, el agua migra desde el interior del alimento hasta su superficie con la misma velocidad que se evapora desde la referida superficie hasta el aire. Sin embargo en la **Figura 8** de acuerdo a los datos obtenidos en la **Tabla 20**, a la temperatura de 75 °C se observa que a mayor tiempo de secado la velocidad de secado es menor por la existencia del equilibrio existente entre el flujo de transferencia de calor y flujo de transferencia de masa en la superficie del alimento, para la presente curva, no en todo

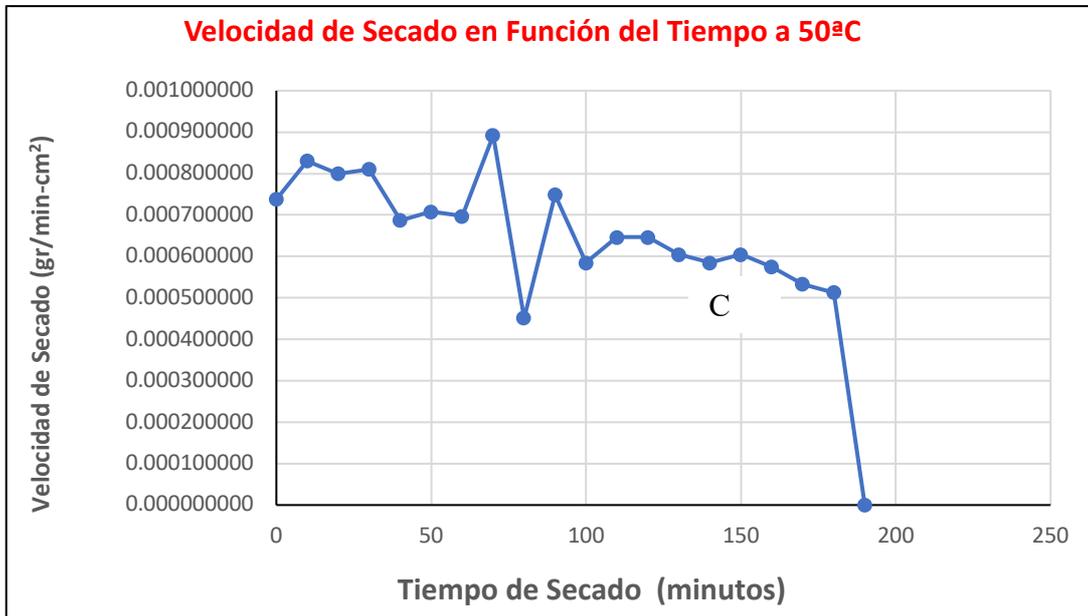
Isabel Rocaf

momento permanece saturada de agua. Así mismo se va eliminando el agua del rocoto hasta llegar la masa del sólido húmedo en equilibrio a 3.340 gramos para un tiempo de secado de 190 minutos con velocidad de 0.000666667 g/min-cm<sup>2</sup>. Como también a la temperatura de 75°C, la velocidad de secado constante es de 0.00133333 g/min-cm<sup>2</sup> (0.019 cm/min) para un tiempo de 140 minutos

**Tabla 21**  
**Datos de Velocidad de Secado del Rocoto Osmodeshidratado (*Capsicum pubescens*) a Temperaturas de 75 °C en Función del Tiempo.**

Tiempo	Velocidad de Secado
0	0.002676923
10	0.003353846
20	0.003148718
30	0.002892308
40	0.002728205
50	0.0024820513
60	0.002348718
70	0.002215385
80	0.002164103
90	0.001856410
100	0.001805128
110	0.001682051
120	0.001558974
130	0.001456410
140	0.001333333
150	0.001230769
160	0.001128205
170	0.000892308
180	0.000789744
190	0.000666667
200	0.000533333

**Figura 10**  
**Velocidad de Secado Vs Tiempo en el Secado de Rocoto**  
**Osmodeshidratado (*Capsicum Pubescens*) a 50°C**



La temperatura del rocoto se relaciona con la del bulbo húmedo del aire y las temperaturas del aire de secado a 70°C, 50°C, 35°C que rodean al alimento se relacionan con la del bulbo seco, de tal manera que este período, está influenciado por circunstancias como son la temperatura, humedad relativa y velocidad de aire.

En la Figura 9, el periodo de velocidad de secado constante es fluctuante por la liberación constante del agua libre a la temperatura de 50 °C y terminó cuando se alcanzó la humedad crítica del rocoto a la velocidad de secado de 0.000605128  $\text{g}/\text{min}\cdot\text{cm}^2$  para un tiempo de 150 minutos, como se aprecia en la Tabla 21. En el tramo siguiente se observa la disminución de la velocidad de secado, que enlazó gradualmente con el período de velocidad de secado decreciente, la cual comienza cuando la velocidad de migración del agua desde el interior del rocoto hasta su superficie decae respecto a la velocidad de evaporación del agua, lo que conduce a que, el rocoto empiece a desecarse en la superficie .

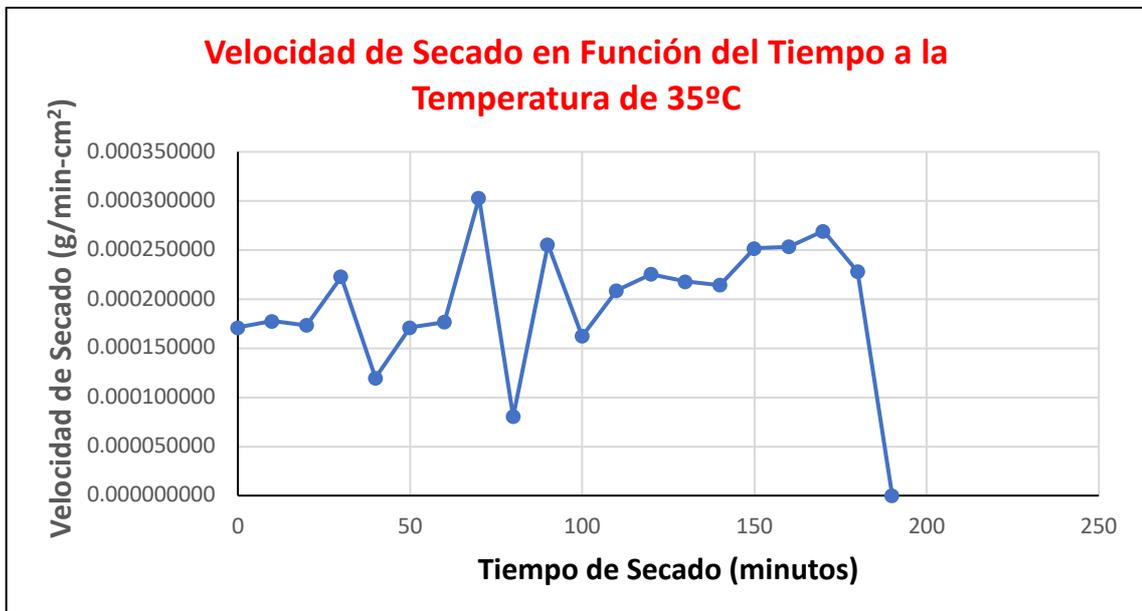
**Tabla 22**

**Datos de Velocidad de Secado del Rocoto (*Capsicum pubescens*) Osmodeshidratado a Temperaturas de 50 °C en Función del Tiempo.**

Tiempo (min)	Velocidad de Secado (R)
0	0.000738462
10	0.000830769
20	0.000800000
30	0.000810256
40	0.000687179
50	0.000707692
60	0.000697436
70	0.000892308
80	0.000451282
90	0.000748718
100	0.000584615
110	0.000646154
120	0.000646154
130	0.000605128
140	0.000584615
<b>150</b>	<b>0.000605128</b>
160	0.000574359
170	0.000533333
180	0.000512821
190	0.000000000

**Figura 11**

**Velocidad de Secado Vs Tiempo en el Secado de Rocoto Osmodeshidratado (*Capsicum Pubescens*) a 35°C**



En la **Figura 10**, se observa para el tramo que define el tiempo de 20 hasta 170 minutos la velocidad constante fluctuante, el agua fluye con facilidad, es el agua

Isabel Rocaf

disponible externa del alimento que sale con facilidad pero lentamente a la temperatura de 35 °C, es perceptible que si disminuye la temperatura del aire disminuye la velocidad de evaporación del agua, por consiguiente se prolonga el tiempo de secado, así como, la velocidad de eliminación de agua está relacionada por la transferencia de masa de vapor de agua entre el alimento y el aire, y la transferencia de calor dirigido desde la parte externa que rodea al alimento e ir secando gradualmente para aproximarse a las capas estructurales internas del alimento a velocidades de secado de 0.000173251 hasta 0.000269340 g/min-cm<sup>2</sup>, datos que se indica en la **Tabla 22**.

Este procedimiento se dá con la misma velocidad con que se evapora desde la superficie del rocoto hasta el aire, debido al equilibrio existente entre el flujo de calor y transferencia de masa que permite que la superficie del rocoto permanezca en todo momento saturada de agua, hasta alcanzar la humedad crítica de equilibrio punto de partida para iniciar la velocidad decreciente de secado.

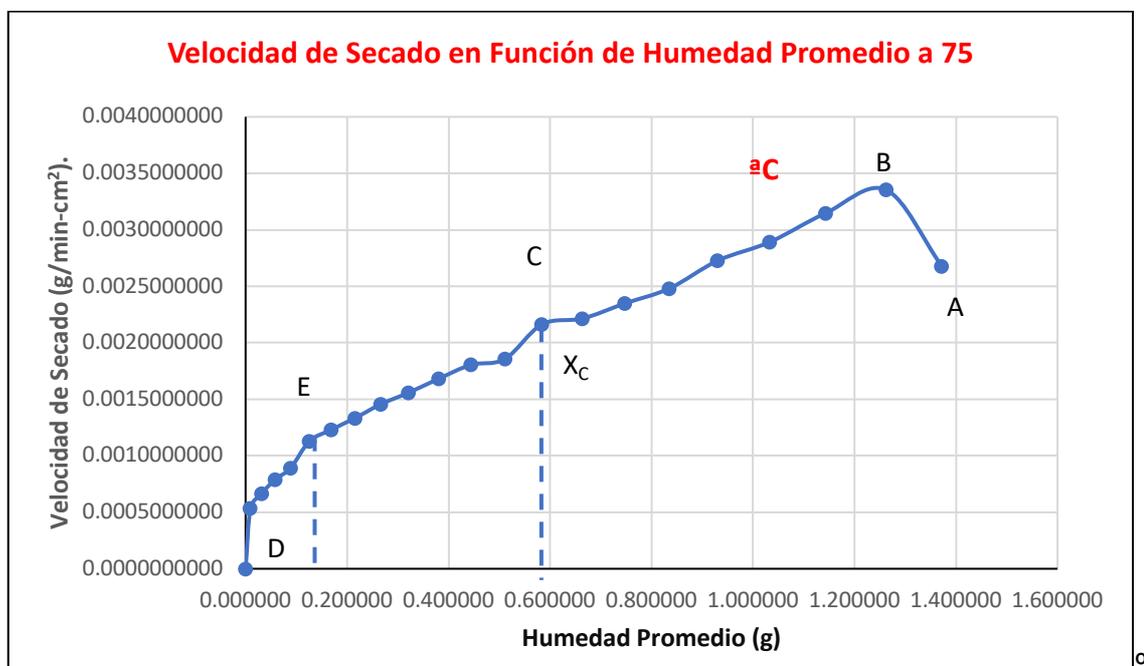
**Tabla 23**  
**Datos de Velocidad de Secado del Rocoto (*Capsicum pubescens*)**  
**Osmodeshidratado a Temperaturas de 35 °C en Función del Tiempo.**

Tiempo (min)	Velocidad de Secado (R)
0	0.000171110
10	0.000177760
<b>20</b>	<b>0.000173251</b>
30	0.000222691
40	0.000119890
50	0.000171038
60	0.000176592
70	0.000303043
80	0.000080347
90	0.000255650
100	0.000162285
110	0.000208811
120	0.000225477
130	0.000218092
140	0.000214331
150	0.000251669
160	0.000253301
<b>170</b>	<b>0.000269340</b>
180	0.000228004
190	0.000000000

**5.1.6 Determinación de la velocidad de secado a tratamientos térmicos de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado conforme se reduce la humedad del rocoto (*Capsicum pubescens*) osmodeshidratado**

Durante el proceso de transferencia de masa en el secado de rocoto (*Capsicum pubescens*) se elimina agua y otros componentes, el contenido de humedad del producto seco final varía ya que depende del tipo del producto, estructura, forma. En la **Figura 11**, se observa la cinética de secado de reducción de la humedad frente a la velocidad de secado a 75°C.

**Figura 12**  
**Curva de Velocidad de Secado Vs Humedad Promedio en el Rocoto Osmodeshidratado (*Capsicum Pubescens*) a la Temperatura de 75 °C**



Durante la operación unitaria de secado, la rapidez del mismo a diferentes condiciones de secado producen curvas de forma variable, no escapa a ello el presente estudio del secado del rocoto (*Capsicum pubescens*), para el periodo de velocidad constante y periodo de velocidad decreciente, Geankoplis (1998) afirma que durante el primer periodo, la superficie del sólido está muy hidratada al principio y sobre ella hay una película de agua continua, no combinada. Por otro lado, la velocidad de evaporación con las condiciones establecidas para el proceso, es independiente del sólido y esencialmente igual a la velocidad que

Isabel Rocaf

tendría una superficie líquida pura. Sin embargo, las ondulaciones y hendiduras en la superficie del sólido ayudan a obtener una velocidad más alta de la que tendría una superficie completamente plana (Geankoplis, 1998).

El punto C de la Figura 12, corresponde al contenido crítico de humedad libre  $X_c$  ( $X;R$ ) (0.584394; 0.0021641026) que se reporta en la Tabla 24. En este punto no hay bastante agua en la superficie para mantener una película continua. La superficie ya no está totalmente húmeda, y la cantidad húmeda comienza a disminuir durante el primer periodo de velocidad decreciente CE, hasta que la superficie queda casi seca en su totalidad en el punto D.

El segundo periodo de velocidad decreciente empieza en el punto E, ( $X;R$ ) (0.125749; 0.0011282051) cuando la superficie está casi seca en su totalidad. El plano de evaporación comienza a desplazarse con lentitud por debajo de la superficie. El calor de evaporación se transfiere a través del sólido hasta la zona de vaporización.

**Tabla 24**  
**Datos de Velocidad de Secado del Rocoto Osmodeshidratado (*Capsicum pubescens*) Conforme se Reduce la Humedad ( Temperaturas de 75 °C).**

Humedad Promedio	Velocidad de Secado
1.372193	0.0026769231
1.262163	0.0033538462
1.143525	0.0031487179
1.033308	0.0028923077
0.930763	0.0027282051
0.835704	0.0024820513
0.747567	0.0023487179
0.664296	0.0022153846
0.584394	0.0021641026
0.511040	0.0018564103
0.444237	0.0018051282
0.380614	0.0016820513
0.321482	0.0015589744
0.266467	0.0014564103
0.215569	0.0013333333
0.168787	0.0012307692
0.125749	0.0011282051
0.058196	0.0007897436
0.031624	0.0006666667
0.009731	0.0005333333

El vapor de agua migra del sólido para llegar hasta la corriente de aire.

En algunos casos no hay discontinuidad definida en el punto D.

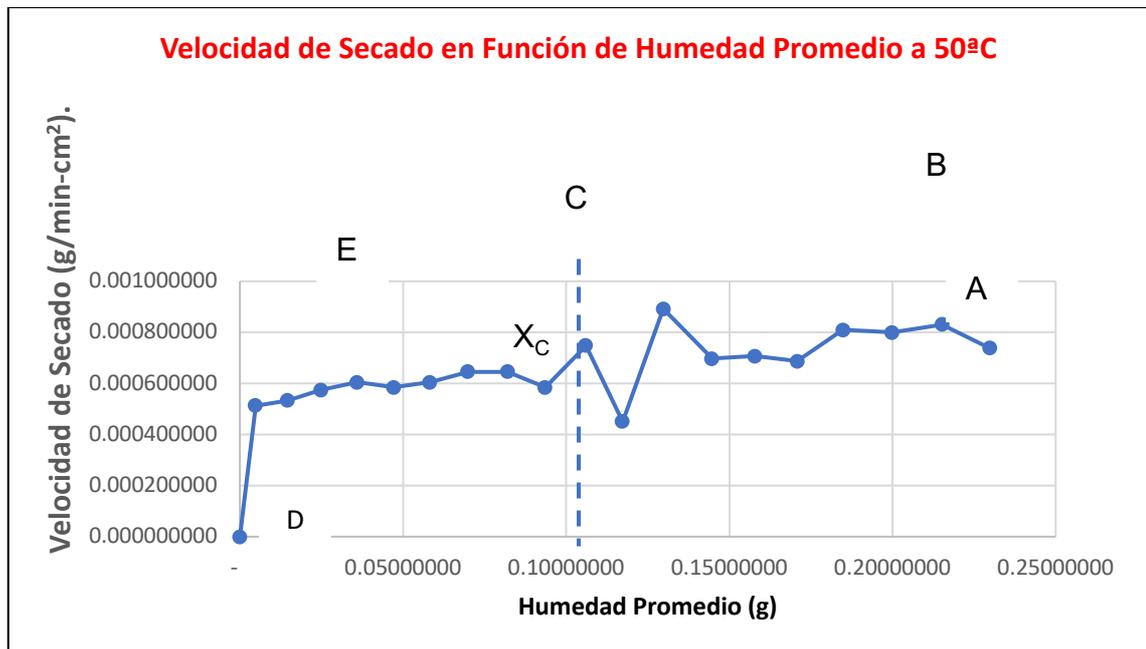
“El cambio de condiciones de secado de una superficie con humedad parcial a una superficie completamente seca, es gradual, no se detecta

Isabel Amocf

punto de inflexión. La humedad que se elimina durante el periodo de velocidad decreciente sea bastante pequeña” (Geankoplis, 1998).

En el punto E la velocidad de secado disminuye con más rapidez aún, hasta que llega al punto D, donde el contenido de humedad de equilibrio es igual a cero.

**Figura 13**  
**Curva de Velocidad de Secado Vs Humedad Promedio en el Rocoto Osmodeshidratado (*Capsicum Pubescens*) a la Temperatura de 50 °C**



En la Figura 12 a la temperatura de 50°C, el tramo de la curva B-C es conocido como período de velocidad constante de secado, en este caso en la curva se observan fluctuaciones de la velocidad de secado con respecto a a la reducción de la humedad de equilibrio y está asociado a la migración del agua libre específica para el rocoto. La temperatura para este caso en la superficie es de 50°C, corresponde aproximadamente a la del bulbo húmedo (Geankoplis, 1983). Por otro lado, el período de velocidad decreciente se inicia en el punto C (X,R) (0.10602165; 0.000748718) donde se tiene también el contenido crítico de humedad libre Xc, cuando la velocidad de secado no se mantiene constante y empieza a disminuir; en este caso, la velocidad de secado está gobernada por el flujo interno del agua y vapor, pudiéndose dividir este período en dos etapas.

*Isabel Rocaf*

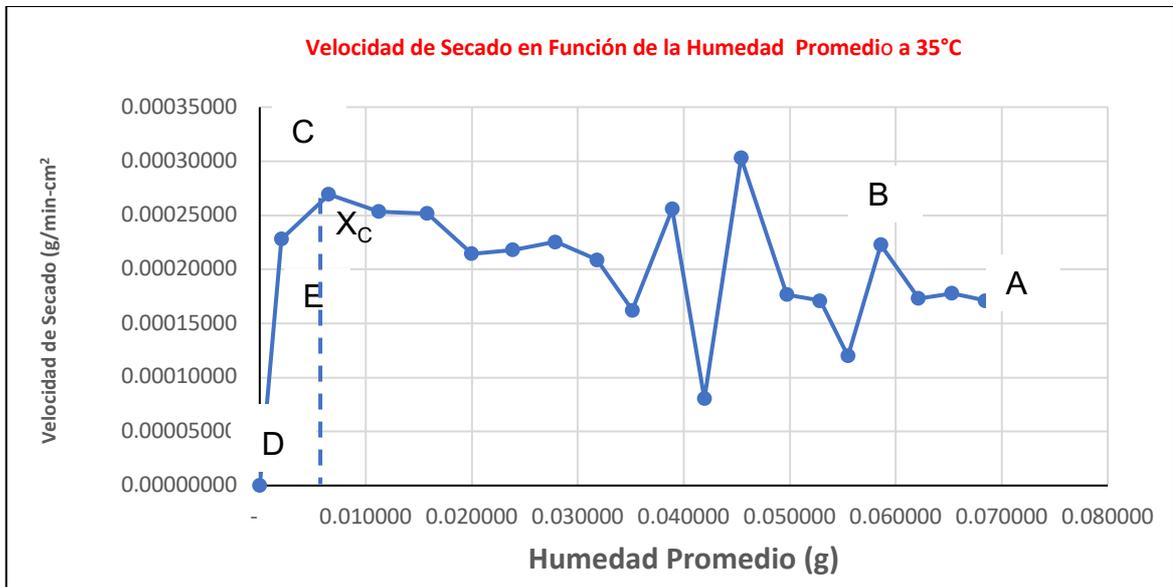
La primera de ellas de C a E se da cuando los puntos húmedos en la superficie disminuyen continuamente hasta que la superficie está parcialmente seca en (punto E), (X;R) (0.03598020, 0.000605128) mientras que la segunda etapa del período de velocidad de secado decreciente se inicia en el punto E, cuando la superficie está casi completamente seca, y el plano de evaporación se traslada al interior del sólido. El calor requerido para eliminar la humedad es transferido a través del sólido hasta la superficie de evaporación, y el vapor de agua producido se mueve a través del sólido en la corriente de aire que va hacia la superficie (Ibarz & Barbosa-Cánovas, 2005). como es en el punto D (0.00479736, 0.000512821). A veces no existen diferencias remarcables entre el primer y segundo período de velocidad decreciente. La cantidad de agua eliminada en este período, puede ser baja, Tal como se observa en la Tabla 24.

**Tabla 25**

**Datos de Velocidad de Secado del Rocoto Osmodeshidratado (*Capsicum pubescens*) Conforme se Reduce la Humedad ( Temperaturas de 50 °C).**

Humedad Promedio	Velocidad de Secado
0.22988947	0.000738462
0.21520955	0.000830769
0.19995395	0.000800000
0.18489024	0.000810256
0.17088195	0.000687179
0.15783313	0.000707692
0.14468836	0.000697436
0.12981655	0.000892308
0.11724747	0.000451282
0.10602165	0.000748718
0.09354851	0.000584615
0.08203485	0.000646154
0.06994550	0.000646154
0.05823994	0.000605128
0.04711007	0.000584615
0.03598020	0.000605128
0.02494627	0.000574359
0.01458397	0.000533333
0.00479736	0.000512821

**Figura 14**  
**Curva de Velocidad de Secado Vs Humedad Promedio en el Rocoto**  
**Osmodeshidratado (*Capsicum Pubescens*) a la Temperatura de 35 °C**



Los alimentos son sistemas complejos y heterogéneos con variaciones en las estructuras locales y posiblemente la transición vítrea y el contenido de agua puede variar significativamente dentro de la microestructura de los alimentos (Barboza, G., Fontana, A., Schmit, S., Labuza, 2007).

Se observa en la cinética de secado, a la temperatura de 35°C, Figura 13, la reducción de la humedad frente a la velocidad de secado; se aprecia en la rapidez de secado las variaciones fluctuantes, como el periodo de secado fluctuante BC, la resistencia de control se debe a la película de aire en reposo. La superficie del alimento, se comporta como una superficie libre de humedad y la temperatura de la superficie se aproxima a la temperatura del foco húmedo. La velocidad de secado está controlada por la tasa de transferencia de calor y puede ser aumentada elevando bien la fuerza conductora de la temperatura o de la velocidad de aire.

En el punto C (X,R) (0.006540,0.00026934) al final del periodo de velocidad constante, la superficie del alimento comienza a secarse en el contenido crítico de humedad libre X<sub>c</sub>, debido a que no puede ya abastecerse de agua desde el interior a una velocidad suficiente como para satisfacer las necesidades de evaporación

*Isabel Rocca*

Durante el primer periodo de velocidad en descenso CE, el plano de saturación o evaporación burbujeo se traslada hacia el centro del alimento. Se evapora el agua en el plano de saturación y se difunde a través del sólido seco y a través de la película de aire hacia el resto del aire, este periodo termina cuando el plano de saturación alcanza el centro y la presión parcial del agua en el centro desciende por debajo de la presión de vapor saturado de agua.

El segundo período de velocidad en descenso ED (0.002056, 0.00022800) aparece cuando la presión parcial del agua es menor que la presión de vapor saturado a lo largo de todo el alimento. En esta situación el secado se efectúa por desorción. Como se aprecia los datos finales en la Tabla 25.

**Tabla 26**

**Datos de Velocidad de Secado del Rocoto Osmodeshidratado (*Capsicum pubescens*) Conforme se Reduce la Humedad ( Temperaturas de 35 °C).**

Humedad Promedio	Velocidad de Secado
0.068474	0.00017111
0.065328	0.00017776
0.062163	0.00017325
0.058593	0.00022269
0.055504	0.00011989
0.052881	0.00017104
0.049747	0.00017659
0.045422	0.00030304
0.041965	0.00008035
0.038936	0.00025565
0.035167	0.00016228
0.031821	0.00020881
0.027906	0.00022548
0.023906	0.00021809
0.020007	0.00021433
0.015806	0.00025167
0.011253	0.00025330
0.006540	0.00026934
0.002056	0.00022800

## 5.2 Resultados inferenciales

- ✓ A mayor tiempo en la cinética de secado se reduce la humedad del rocoto, *Capsicum pubescens*
- ✓ Los contenidos de humedad de equilibrio pueden variar de muestra a muestra en un mismo material. El contenido de humedad de equilibrio disminuye al aumentar la temperatura, tenemos a 75 °C, la humedad de equilibrio de 3.340 g. A temperatura de 50 °C, humedad de

Isabel Amocq

equilibrio 6.514 g; a temperatura de 35 °C la humedad de equilibrio 6,7584 Kg.

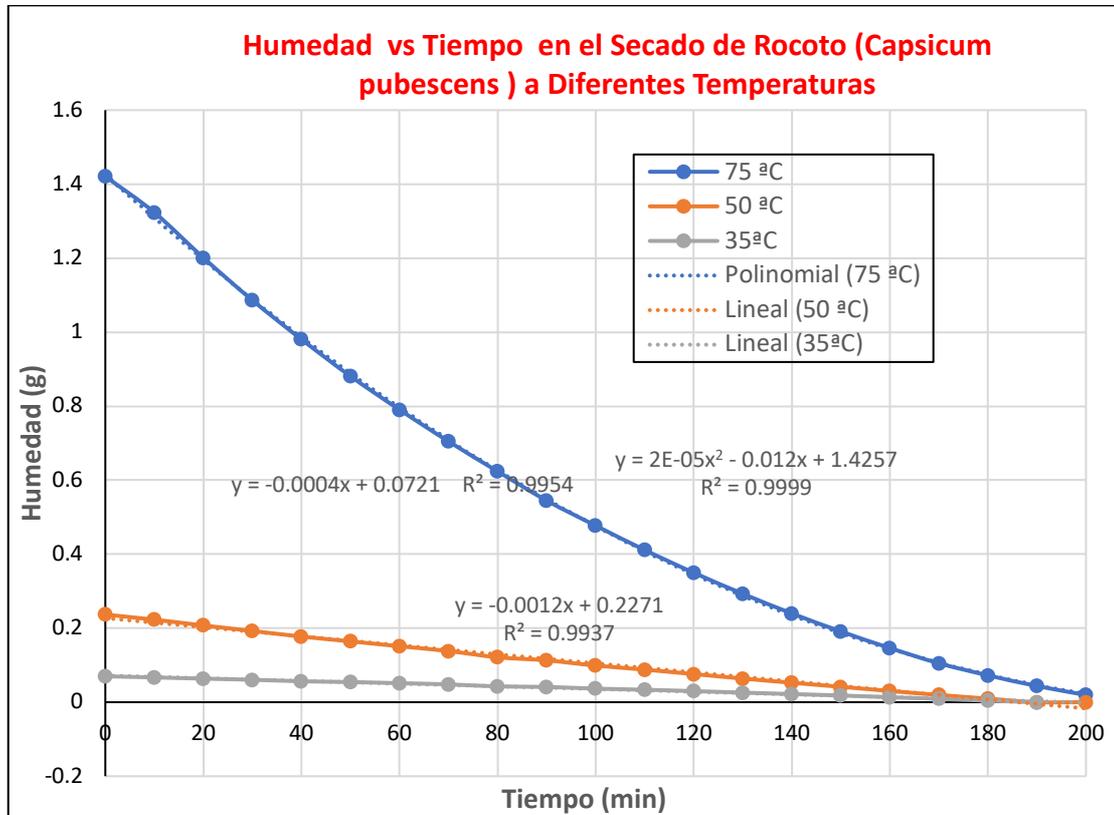
- ✓ Durante la operación unitaria de secado, la rapidez del mismo a diferentes condiciones de secado producen curvas de forma variable, no escapa a ello el presente estudio del secado del rocoto (*Capsicum pubescens*), para el periodo de velocidad constante y periodo de velocidad decreciente,
- ✓ La velocidad de secado está controlada por la tasa de transferencia de calor y puede ser aumentada elevando bien la fuerza conductora de la temperatura o de la velocidad de aire.
- ✓ Se observa en la cinética de secado, a la temperatura de 35°C, el periodo de secado fluctuante BC, , la reducción de la humedad frente a la velocidad de secado; .La superficie del alimento, se comporta como una superficie libre de humedad y la temperatura de la superficie se aproxima a la temperatura del foco húmedo.
- ✓ En el punto C (X,R) (0.006540,0.00026934) al final del periodo de velocidad constante, la superficie del alimento comienza a secarse en el contenido crítico de humedad libre  $X_c$ , debido a que no puede ya abastecerse de agua desde el interior a una velocidad suficiente como para satisfacer las necesidades de evaporación

### **5.3 Otro tipo de resultados de acuerdo a la naturaleza del problema y la hipótesis**

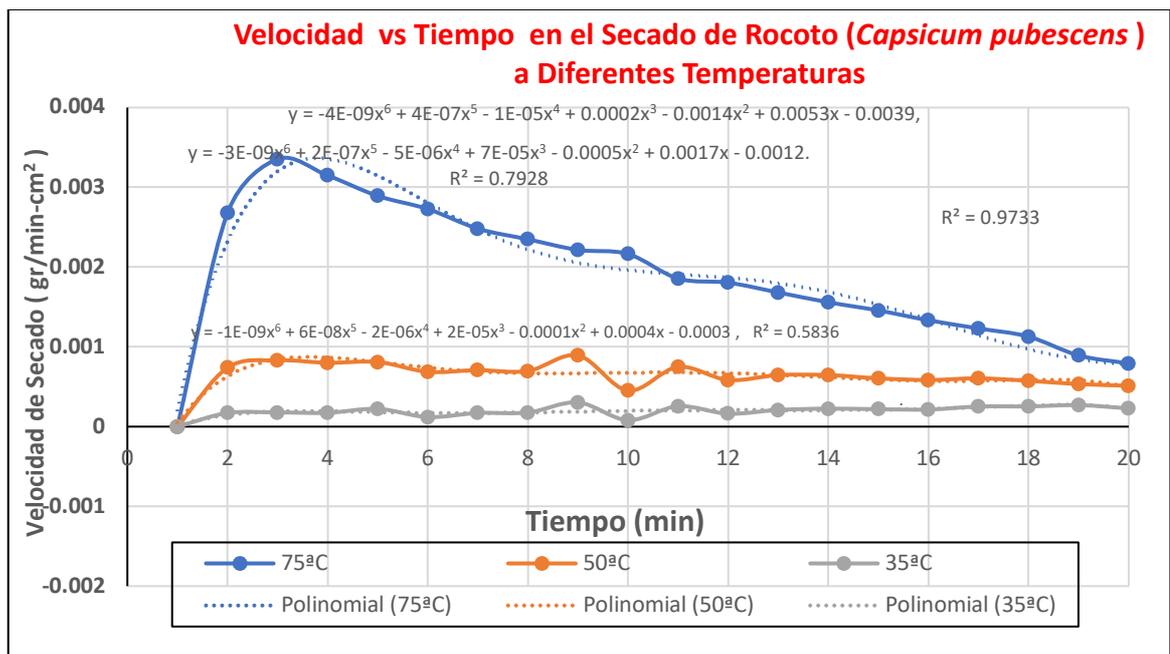
En la Figura 14, se observan las tres curvas de secado a temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C, la curva de humedad vs tiempo de secado a 75 °C presenta un comportamiento lineal, teniendo la curva de ajuste del polinomio de interpolación  $Y = 2E-05x^2 - 0.012x + 1.4257$ , con el coeficiente de Pearson de 0.9937, luego le siguen las curvas de secado a 50°C y 35°C, con comportamientos lineales teniendo como curvas de ajustes lineales  $Y = -0.0012x + 0.2271$  con  $R=0.9937$ , así como  $Y = -0.0004x + 0.0721$  con  $R= 0.9954$  respectivamente. Donde se infiere que a mayor tiempo de secado disminuye la humedad a temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C respectivamente.

Isabel Amocq

**Figura 15**  
**La Humedad a las Temperaturas de 75°C, 50°C Y 35°C en La Cinética de Secado Del Rocoto (*Capsicum Pubescens*) Osmodeshidratado**



**Figura 16**  
**La Velocidad de Secado a Las Temperaturas de 75°C, 50°C Y 35°C en La Cinética de Secado del Rocoto (*Capsicum Pubescens*) Osmodeshidratado Presenta Una relación directa .**



Isabel Rocaf

En la Figura 15, se observa, a mayor tiempo de secado la velocidad de secado disminuye, teniendo la curva de ajuste del polinomio de interpolación  $y = (-4)10^{-9}x^6 + (4)10^{-7}x^5 - 10^{-5}x^4 + 0.0002x^3 - 0.0014x^2 + 0.0053x - 0.0039$ , para la velocidad y tiempo de secado del rocoto (*Capsicum pubescens*) a temperatura de 75°C, con un coeficiente de pearson de 0.9733.

Para la curva de velocidad y tiempo de secado a 50°C y 35°C, se aprecia el ajuste de polinomios de interpolación  $y = (-3)10^{-9}x^6 + (2)10^{-7}x^5 - (5)10^{-6}x^4 + (7)10^{-5}x^3 - 0.0005x^2 + 0.0017x - 0.0012$ , así como  $y = -10^{-9}x^6 + (6)10^{-8}x^5 - (2)10^{-6}x^4 + (2)10^{-5}x^3 - 0.0001x^2 + 0.0004x - 0.0003$  respectivamente, dado que disminuye la velocidad de secado cuando disminuye la temperatura, por lo que la velocidad de secado a temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética del rocoto (*Capsicum pubescens*) osmodeshidratado presenta una relación directa

## VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1 Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

A continuación, se presenta la contrastación y demostración de las hipótesis con los resultados.

#### 6.1.1 Hipótesis Específica

- a. La humedad a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado del rocoto (*Capsicum pubescens*) osmodeshidratado presenta una variabilidad del 6%, 10%, 14%.

**Tabla 27**

**Matriz de prueba de hipótesis humedad a temperaturas 75°C, 50°C y 35°C**

Problema	¿Cuál es la humedad a tratamientos térmicos de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado del rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) osmodeshidratado?
Hipótesis	La humedad a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado del rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) osmodeshidratado presenta una variabilidad del 6%, 10%, 14%.
Hipótesis Estadística	$H_0$ : La humedad a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado del rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) osmodeshidratado no presenta una variabilidad del 6%, 10%, 14%. $H_1$ : La humedad a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado del rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) osmodeshidratado presenta una variabilidad del 6%, 10%, 14%.

Matriz de Datos	TEMP	hi	TEMP	hi	TEMP	hi
	75°C	1.42103293	50°C	0.23679767	35°C	0.07001643
	75°C	1.32335329	50°C	0.22298127	35°C	0.0669308
	75°C	1.20097305	50°C	0.20743783	35°C	0.06372526
	75°C	1.08607784	50°C	0.19247006	35°C	0.06060101
	75°C	0.98053892	50°C	0.17731041	35°C	0.05658523
	75°C	0.88098802	50°C	0.16445349	35°C	0.05442325
	75°C	0.79041916	50°C	0.15121277	35°C	0.05133893
	75°C	0.70471557	50°C	0.13816396	35°C	0.04815444
	75°C	0.62387725	50°C	0.12146914	35°C	0.04268966
	75°C	0.54491018	50°C	0.11302579	35°C	0.04124076
	75°C	0.47717066	50°C	0.0990175	35°C	0.03663062
	75°C	0.4113024	50°C	0.08807952	35°C	0.03370413
	75°C	0.34992515	50°C	0.07599018	35°C	0.02993864
	75°C	0.29303892	50°C	0.06390083	35°C	0.02587262
	75°C	0.23989521	50°C	0.05257906	35°C	0.02193977
	75°C	0.19124251	50°C	0.04164108	35°C	0.01807473
	75°C	0.14633234	50°C	0.03031931	35°C	0.01353639
	75°C	0.10516467	50°C	0.01957323	35°C	0.00896862
	75°C	0.07260479	50°C	0.00959472	35°C	0.00411161

Isabel Ancof

	75°C	0.04378743	50°C	0	35°C	0		
	75°C	0.01946108	50°C	0	35°C	0		
<b>Análisis Estadísticos:</b>								
<b>Descriptivos</b>								
<b>hl:Humedad Libre</b>								
					95% de intervalo de confianza para la media			
	N	Media	Desv. estándar	Error estándar	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
Temp35	21	.035642042	.022596012	.004930854	.025356460	.045927624	.0000000	.07001643
Temp50	21	.105048467	.075964307	.016576770	.070469928	.139627005	.0000000	.23679766
Temp75	21	.566991017	.443053171	.096682128	.365315631	.768666403	.0194610	1.4210329
Total	63	.235893842	.349084625	.043980528	.147978017	.323809666	.0000000	1.4210329
A la temperatura de secado del rocoto de 75°C, 50°C y 35°C se ha liberado agua disponible en promedio en 56%, 10% y 3% de humedad respectivamente.								

<b>Prueba de Hipótesis</b>	<b>ANOVA</b>					
	<b>hl:Humedad Libre</b>					
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	P (Sig.)
	Entre grupos	3.504	2	1.752	25.944	<.001
	Dentro de grupos	4.052	60	.068		
	Total	7.555	62			
	El valor de P es menor que 0.05 entoces decimos que si existe diferencias significativas en la variabilidad de los contenidos de humedad libre del rocoto secado a diferentes temperaturas, por lo que se acepta la hipótesis nula.					
	<b>Comparaciones múltiples</b>					
	Variable dependiente: hl					
	HSD Tukey					
(I) TEMP	(J) TEMP	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior      Límite superior	
TEMP35	Temp50	-.069406425	.080193668	.664	-.262129164      .123316315	
	Temp75	-.531348978*	.080193668	<.001	-.724071714      -.338626236	
TEMP50	Temp35	.069406425	.080193668	.664	-.123316315      .262129164	
	Temp75	-.46194255*	.080193668	<.001	-.654665290      -.269219811	
TEMP75	Temp35	.531348975*	.080193668	<.001	.338626236      .724071714	
	Temp50	.46194255*	.080193668	<.001	.269219811      .654665290	
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.						
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El contenido de humedad a la temperatura de 35°C y 75°C es significativa, P&lt; .001, hay diferencias significativas</li> <li>✓ El conteido de humedad a la temperatura de 50°C y 75°C es significativa, P&lt;0.01,hay diferencias significativas</li> <li>✓ El conteido de humedad a la temperatura de 75°C y 35°C es significativa. P&lt;0.01,hay diferencias significativas</li> <li>✓ El conteido de humedad a la temperatura de 75°C y 50°C es significativa, P&lt;0.01hay diferencias significativas</li> </ul>						

*Isabel Amocf*

- b. La velocidad de secado a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado del rocoto (*Capsicum pubescens*) osmodeshidratado presenta una relación directa

**Tabla 28**  
**Matriz de prueba de hipótesis velocidad de secado a temperaturas 75°C, 50°C y 35°C**

Problema	¿Cuál es la velocidad de secado a tratamientos térmicos de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado del rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) osmodeshidratado?
Hipótesis	La velocidad de secado a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado del rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) osmodeshidratado presenta una relación directa
Hipótesis Estadística	$H_0$ : La La velocidad de secado a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado del rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) osmodeshidratado no presenta una relación directa $H_1$ : La velocidad de secado a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado del rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) osmodeshidratado presenta una relación directa

Matriz de Datos	Tiempo	VS75°C	VS50°C	VS35°C
	0	0.002676923	0.000738462	0.00017111
	10	0.003353846	0.000830769	0.00017776
	20	0.003148718	0.000800000	<b>0.00017325</b>
	30	0.002892308	0.000810256	0.00022269
	40	0.002728205	0.000687179	0.00011989
	50	0.0024820513	0.000707692	0.00017104
	60	0.002348718	0.000697436	0.00017659
	70	0.002215385	0.000892308	0.00030304
	80	0.002164103	0.000451282	8.0347E-05
	90	0.001856410	0.000748718	0.00025565
	100	0.001805128	0.000584615	0.00016229
	110	0.001682051	0.000646154	0.00020881
	120	0.001558974	0.000646154	0.00022548
	130	0.001456410	0.000605128	0.00021809
	140	0.001333333	0.000584615	0.00021433
	150	0.001230769	0.000605128	0.00025167
	160	0.001128205	0.000574359	0.0002533
	170	0.000892308	0.000533333	0.00026934
	180	0.000789744	0.000512821	0.000228
	190	0.000666667	0.000000000	0.00000
200	0.000533333	0.000000000	0.00000	

Isabel Rocaf

Análisis Estadísticos:			
Estadísticos descriptivos			
	Media	Desv. estándar	N
Tiempo	100.00	62.048	21
VS75°C	.001854456654457	.000836244188250	21
VS50°C	.000602686202686	.000229383985093	21

A la temperatura de secado del rocoto de 75°C, 50°C y 35°C, la velocidad de secado promedio es 0.00185445; 0.00060268 y 0.00184889 respectivamente.

		Correlaciones			
		Tiempo	VS75°C	VS50°C	VS35°C
Tiempo	Correlación de Pearson	1	-.984**	-.749**	-.121
	Sig. (bilateral)		<.001	<.001	.600
	N	21	21	21	21
VS75°C	Correlación de Pearson	-.984**	1	.743**	.108
	Sig. (bilateral)	<.001		<.001	.640
	N	21	21	21	21
VS50°C	Correlación de Pearson	-.749**	.743**	1	.734**
	Sig. (bilateral)	<.001	<.001		<.001
	N	21	21	21	21
VS35°C	Correlación de Pearson	-.121	.108	.734**	1
	Sig. (bilateral)	.600	.640	<.001	
	N	21	21	21	21

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Prueba de Hipótesis

- ✓ El tiempo y la velocidad de secado a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C presentan una correlación negativa muy fuerte de -0.984, una correlación negativa considerable de -0.749 y una correlación negativa media de -0.121 respectivamente. En todos los casos a mayor tiempo, la velocidad de secado es menor. Por lo que se acepta la hipótesis nula.
- ✓ Velocidad de secado a 75°C vs Velocidad de secado a 50°C, hay una correlación positiva considerable de 0.743, por lo que se acepta la hipótesis del investigador.
- ✓ Velocidad de secado a 75°C vs Velocidad de secado a 35°C hay una correlación positiva débil de 0.108, por lo que se acepta la hipótesis nula.
- ✓ Velocidad de secado a 50°C vs Velocidad de secado a 35°C hay una correlación positiva considerable de 0.734, por lo que se acepta la hipótesis del investigador.

Isabel Amocf

- c. La velocidad de secado a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado es inversa a la humedad del rocoto (*Capsicum pubescens*) osmodeshidratado.

**Tabla 29**

**Matriz de prueba de hipótesis de velocidad de secado a temperaturas 75°C, 50°C y 35°C con forme se reduce la humedad**

Problema	¿Cuál es la velocidad de secado a tratamientos térmicos de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado conforme se reduce la humedad del rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) osmodeshidratado?						
Hipótesis	La velocidad de secado a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado es inversa a la humedad del rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) osmodeshidratado						
Hipótesis Estadística	$H_0$ : La velocidad de secado a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado no es inversa a la humedad del rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) osmodeshidratado $H_1$ : La velocidad de secado a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado es inversa a la humedad del rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> ) osmodeshidratado.						
Matriz de Datos	Tiempo	hl75	vs75	hl50	vs50	hl35	vs35
	0	1.372193114	0.002676923	0.229889469	0.000738462	0.068473617	0.00017111
	10	1.262163174	0.003353846	0.215209549	0.000830769	0.065328030	0.00017776
	20	1.143525449	0.003148718	0.199953945	0.0008	0.062163135	0.000173251
	30	1.033308383	0.002892308	0.184890236	0.000810256	0.058593122	0.000222691
	40	0.930763473	0.002728205	0.170881947	0.000687179	0.055504239	0.00011989
	50	0.835703593	0.002482051	0.157833129	0.000707692	0.052881087	0.000171038
	60	0.747567365	0.002348718	0.144688364	0.000697436	0.049746682	0.000176592
	70	0.664296407	0.002215385	0.129816549	0.000892308	0.045422047	0.000303043
	80	0.584393713	0.002164103	0.117247467	0.000451282	0.041965209	8.03469E-05
	90	0.511040419	0.00185641	0.106021646	0.000748718	0.038935688	0.00025565
	100	0.444236527	0.001805128	0.093548511	0.000584615	0.035167375	0.000162285
	110	0.380613772	0.001682051	0.082034848	0.000646154	0.031821389	0.000208811
	120	0.321482036	0.001558974	0.069945502	0.000646154	0.027905633	0.000225477
	130	0.266467066	0.00145641	0.058239945	0.000605128	0.023906195	0.000218092
	140	0.215568862	0.001333333	0.047110071	0.000584615	0.020007250	0.000214331
	150	0.168787425	0.001230769	0.035980196	0.000605128	0.015805560	0.000251669
	160	0.125748503	0.001128205	0.02494627	0.000574359	0.011252504	0.000253301
	170	0.088885	0.000892308	0.014583973	0.000533333	0.006540112	0.00026934
	180	0.058196108	0.000789744	0.00479736	0.000512821	0.002055803	0.000228004
	190	0.031624251	0.000666667	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000
200	0.009730539	0.000533333	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	
<b>Estadísticos descriptivos</b>							
		Media	Desv. estándar	N			
Tiempo		100.00	62.048	21			
hl75		.533156913316225	.428324217340610	21			
vs75		.001854456654457	.000836244188250	21			
hl50		.099410427357925	.074438906904410	21			
vs50		.000602686202687	.000229383985093	21			
hl35		.033974984578949	.022504329097373	21			
vs35		.000184889571802	.000079807746758	21			

Isabel Rocaf

Prueba de Hipótesis	Correlaciones								
		Tiempo	hl75	vs75	hl50	vs50	hl35	vs35	
	Tiempo	Correlación de Pearson	1	-.981**	-.984**	-.996**	-.749**	-.998**	-.121
		Sig. (bilateral)		<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	.600
		N	21	21	21	21	21	21	21
	hl75	Correlación de Pearson	-.981**	1	.964**	.994**	.667**	.972**	.033
		Sig. (bilateral)	<.001		<.001	<.001	<.001	<.001	.887
		N	21	21	21	21	21	21	21
	vs75	Correlación de Pearson	-.984**	.964**	1	.979**	.743**	.981**	.108
		Sig. (bilateral)	<.001	<.001		<.001	<.001	<.001	.640
N		21	21	21	21	21	21	21	
hl50	Correlación de Pearson	-.996**	.994**	.979**	1	.704**	.992**	.064	
	Sig. (bilateral)	<.001	<.001	<.001		<.001	<.001	.783	
	N	21	21	21	21	21	21	21	
vs50	Correlación de Pearson	-.749**	.667**	.743**	.704**	1	.744**	.734**	
	Sig. (bilateral)	<.001	<.001	<.001	<.001		<.001	<.001	
	N	21	21	21	21	21	21	21	
hl35	Correlación de Pearson	-.998**	.972**	.981**	.992**	.744**	1	.112	
	Sig. (bilateral)	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001		.630	
	N	21	21	21	21	21	21	21	
vs35	Correlación de Pearson	-.121	.033	.108	.064	.734**	.112	1	
	Sig. (bilateral)	.600	.887	.640	.783	<.001	.630		
	N	21	21	21	21	21	21	21	

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Intervalos de confianza				
Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	95% de intervalos de confianza (bilateral) <sup>a</sup>		
		Inferior	Superior	
Tiempo - hl75	-.981	<.001	-.992	-.950
Tiempo - vs75	-.984	<.001	-.993	-.957
Tiempo - hl50	-.996	<.001	-.998	-.989
Tiempo - vs50	-.749	<.001	-.888	-.454
Tiempo - hl35	-.998	<.001	-.999	-.995
Tiempo - vs35	-.121	.600	-.523	.330
hl75 - vs75	.964	<.001	.908	.985
hl50 - vs50	.704	<.001	.376	.867
hl35 - vs35	.112	.630	-.339	.516

a. La estimación se basa en la transformación de r a z de Fisher con un ajuste de sesgo.

El coeficiente de correlación de la humedad libre y la velocidad de secado a 75°C, 50°C y 35°C presentan un coeficiente de correlación; positiva muy fuerte de 0.964, positiva considerable de 0.704 y positiva debil de 0.112 respectivamente. En todos

Isabel Enciso

	los casos a mayor humedad mayor velocidad de secado, por lo que se acepta la hipótesis nula.
--	--

## 6.2 Contratación de los resultados con otros estudios similares.

En la presente investigación la cinética de secado presenta condiciones secado del rocoto a las temperatura de de 75°C, 50°C y 35°C en las cuales se van liberando agua disponible, quedando en promedio el contenido de humedad en 56%, 10% y 3% respectivamente. Para Chile rojo seco (*Capsicum frutescens* L.) Las condiciones optimas del proceso de secado alcanzaron temperatura de secado de 61.59 ° C, una velocidad del aire de 0,70 m/s, una humedad relativa de 68,39 %(Ajuebor et al., 2022)

Por otro lado, se secaron chiles en tres estadios de madurez a diferentes humedades relativas 25%, 35% y 45% y temperaturas de 40 °C, 50 °C y 60 °C. la investigación evidenció que la humedad y temperatura optima de secado para los diferentes estadios fue de 35%, 50°C, ya que mayor temperatura el color del chile se deterioró, (Getahun et al., 2021)

Para la presente investigación, a las temperaturas de 35°C, 50°C y 75°C el contenido de agua libre inicial fué de. 7.137 ;7.748 y 7.137 g de agua respectivamente mientras que el agua de equilibrio varió de 3.340 ; 6.514;y 6.758 g de agua. Observandose que a mayor temperatura disminuye la humedad de equilibrio.

Sin embargo para Ovando ,a temperaturas de 70°C a 90°C, el agua libre inicial varió de 4,72 a 4,88 kg de agua libre/kg de sólido seco, mientras que el agua libre de equilibrio cambió de 0,2093 a 0,0526 kg de agua libre/kg de sólido seco (Ovando-Medina, 2023) Observandose que a mayor temperatura disminuye la humedad de equilibrio.

## 6.3 Responsabilidad ética

En el presente estudio se está respetando los principios éticos de la investigación como se detalla en el artículo 8 del Reglamento de ética de Investigación de la UNAC, “1. Probidad, 2. El profesionalismo, 3. La transparencia, 4. La objetividad, 5. La igualdad, 6.El compromiso, 7. La

Isabel Amocq

honestidad, 8. La confidencialidad, 9. Independencia. 10. Diligencia. 11. Dedicación”.

Isabel Muñoz

## VII CONCLUSIONES

- a. A la temperatura de secado del rocoto (*Capsicum pubescens*) de 75°C, 50°C y 35°C se ha liberado agua disponible en promedio en 56%, 10% y 3% de humedad libre respectivamente. El anova de humedad libre entre grupos presenta un p(sig) menor que 0.01, lo que significa una variabilidad de los contenidos de humedad libre.
- b. El tiempo y la velocidad de secado del rocoto (*Capsicum pubescens*) a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C presentan una correlación negativa muy fuerte de -0.984, una correlación negativa considerable de -0.749 y una correlación negativa media de -0.121 respectivamente. En todos los casos a mayor tiempo, la velocidad de secado es menor. Es decir, la velocidad de secado no presenta una relación directa. Además, a temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C, la velocidad de secado promedio es 0.001854; 0.000602 y 0.0001848 g/min-cm<sup>2</sup> respectivamente.
- c. La humedad libre y la velocidad de secado del rocoto (*Capsicum pubescens*) a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C presentan una correlación; positiva muy fuerte de 0.964, positiva considerable de 0.704 y positiva débil de 0.112 respectivamente. En todos los casos a mayor humedad mayor velocidad de secado. Es decir la velocidad de secado presenta una relación directa. Además, a temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C la humedad y velocidad de secado promedio es 0.533156913316225, 0.001854456654457; 0.099410427357925, 0.000602686202687; 0.033974984578949, 0.000184889571802 respectivamente.

## VIII RECOMENDACIÓN

- a. A la temperatura de secado del rocoto (*Capsicum pubescens*) de 75°C presenta una humedad de equilibrio de 3.340 gr/cm<sup>2</sup> -minutos en un tiempo de 3 horas, lo cual indica que el proceso de osmódeshidratado aporta una pérdida de 46.8% de humedad. Haciendo recomendable su implementación en procesos similares de secado.
- b. Realizar el secado del rocoto (*Capsicum pubescens*) a la temperatura de 75°C, pues presentan una correlación negativa muy fuerte de -0.984 con

Isabel Ancofi

velocidad de secado promedio es 0.001854 y humedad de equilibrio de 3.340 gr/cm<sup>2</sup> -minutos favoreciendo el tiempo de vida útil.

- c. Se recomienda secar el rocoto (*Capsicum pubescens*) osmodesidratado a temperaturas de secado de 75°C, en el que la velocidad de secado y humedad libre presentan una relación positiva .

## IX REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, J. D. (2013). *Principios de Ingeniería Aplicados en Alimentos* (Segunda Ed). Recuperado de <http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1308/ALVARADO.PrincipiosdeIngenieria2nd.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Caballero, B. L., Márquez, C. J., & Betancur, M. I. (2017). Características Físico-Químicas del Ají Rocoto ( *Capsicum pubescens* R & P ) Con o Sin Semilla. *Bioagro*, 29(3), 225-234. Recuperado de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-33612017000300008&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612017000300008&lng=es&tlng=es)
- Campbell-Platt, G. (2009). *Ciencia y Tecnología de Alimentos* (De la Edic). Zaragoza-España: Acribia S.A.
- Cao, Z. Z., Zhou, L. Y., Bi, J. F., Yi, J. Y., Chen, Q. Q., Wu, X. Y., ... Li, S. R. (2016). Effect of different drying technologies on drying characteristics and quality of red pepper (*Capsicum frutescens* L.): a comparative study. *Journal of the science of food and agriculture*, 96(10), 3596-3603. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7549>
- Castañeda C., B. y S. G. ;Albert. (2014). *Phytochemical Study, Acute Toxicity And Anti-Ulcer And Anti- Tumor Effects Of Aqueous , Ethanolic And Methanolic Extracts Of Capsicum Pubescens « Rocoto »*. (January 2015).
- Charles, D. J. (2013). Antioxidant properties of spices, herbs and other sources. En *Springer 4* (Vol. 9781461443, pp. 1-610). <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4310-0>
- Codex, A. (2011). *Codex Stan 307-2011 Normas Internacionales FAO-OMS* (pp. 1-5). pp. 1-5. FAO\_OMS: FAO-OMS.
- Espinoza Montes, C. A. (2014). *Metodología de investigación tecnológica*. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1146/mit1.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1148>
- Geankoplis, C. J. (1998). *Proceso de transporte y Operaciones Unitarias* (3a

- Edición). México: Cecsa Compañía Editorial Continental S.A.
- Gracey Cruz, J. J. (2016). *Efecto de la potencia y tiempo de secado en microondas en la humedad y color de rocoto (Capsicum pubescens) y costo energético.*
- Guarniz A., M. A. (2011). *Efecto de la temperatura y tiempo de secado convectivo en la humedad y color del rocoto (Capsicum pubescens) y costo energético.*
- Hernández-Sampieri, R. (2018). *Metodología De La Investigación : Las Rutas Cuantitativa* ,. Recuperado de [https://www.academia.edu/43711980/METODOLOGÍA\\_DE\\_LA\\_INVESTIGACIÓN\\_LAS\\_RUTAS\\_CUANTITATIVA\\_CUALITATIVA\\_Y\\_MIXTA](https://www.academia.edu/43711980/METODOLOGÍA_DE_LA_INVESTIGACIÓN_LAS_RUTAS_CUANTITATIVA_CUALITATIVA_Y_MIXTA)
- Hernández-Verdugo, S., Dávila, P., & Oyama, K. (1999). Síntesis del conocimiento taxonómico, origen y domesticación del género Capsicum. *Botanical Sciences*, 84(64), 65. <https://doi.org/10.17129/botsci.1583>
- Ibarra-Torres, P., Valadez-Moctezuma, E., Pérez-Grajales, M., Rodríguez-Campos, J., & Jaramillo-Flores, M. E. (2014). Inter- and intraspecific differentiation of Capsicum annum and Capsicum pubescens using ISSR and SSR markers. *Scientia Horticulturae*, 181, 137-146. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.10.054>
- Lewis, M. J. (1993). *Propiedades Físicas de los Alimentos y de los Sistemas de Procesados.* (De la edic; Ellis Horwood Ltd. Chichester (England), Ed.). Zaragoza-España: ACRIBIA,S.A.
- Leyva-Ovalle, O. R. (2007). *Caracterización morfológica de poblaciones de chile manzano ( Capsicum pubescens Ruiz & Pav .) en la región centro del estado de Veracruz , México Morphological characterization of manzano hot pepper ( Capsicum pubescens Ruiz & Pav .) landraces in the cen.* 1-11.
- Ministerio de Salud del Perú. (2017). Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. En Perú. <https://doi.org/http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/Tabla%20de%20Alimentos.pdf>
- Oboh, G. (2007). Distribution and Antioxidant Activity of. *Journal of Food*

- Biochemistry*, 31(2007), 456-473.
- Pauline M.Dorian. (1998). *Principios de Bioingeniería de los Bioprocesos*. Zaragoza-España S.A.: Academic Press Limited 24-28 Oval Road London NW17DX.
- Perochena, E., A. C. (2015). *Extracción y cuantificación de Capsaicina de siete variedades de Capsicum pubescens "Rocoto" nativas de Arequipa*.
- Restrepo Gallego, M. (2006). Oleorresinas de capsicum en la industria alimentaria. *Revista Lasallista de Investigación*, 3(2), 43-47.
- Sá Mendes, N., Coimbra, P. P. S., Santos, M. C. B., Cameron, L. C., Ferreira, M. S. L., Buera, M. del P., & Gonçalves, É. C. B. A. (2020). Capsicum pubescens as a functional ingredient: Microencapsulation and phenolic profiling by UPLC-MSE. *Food Research International*, 135(April), 109292. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109292>
- Sanchez Cerna, J. R. (2016). *Relación del Color y las Características Fisiológicas y Fisicoquímicas del Rocoto (Capsicum pubescens) Relation*. Universidad Nacional de Trujillo Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Serpil Sahin y Servet Gulum Sumnu. (2006). *Propiedades Físicas de los Alimentos* (Edición Or). Zaragoza-España: Acribia S.A.
- Viena, L. R., León, J. M., Medina, E. L., De La Cruz Castillo, A. J., & Rivero, A. E. G. (2020). Ethnobotanical aspects of Cuspon, Peru: A peasant community that uses 57 species of plants in its various needs. *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 7-14. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.01>

# ANEXOS

## Anexo 1. Matriz de Consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensión	Indicador	Diseño Metodológico
<p><b>Problema General</b> ¿Cuáles son los efectos de las temperaturas a 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado del rocoto (<i>Capsicum pubescens</i>) osmodeshidratado?</p> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es la humedad a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado del rocoto (<i>Capsicum pubescens</i>) osmodeshidratado</li> <li>¿Cuál es la velocidad de secado a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado del rocoto (<i>Capsicum pubescens</i>) osmodeshidratado?</li> <li>¿Cuál es la velocidad de secado a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado conforme se reduce la humedad del rocoto (<i>Capsicum pubescens</i>) osmodeshidratado?</li> </ol>	<p><b>Objetivo General</b> Determinar los efectos de las temperaturas a 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado del rocoto (<i>Capsicum pubescens</i>) osmodeshidratado.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Determinar la humedad a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado del rocoto (<i>Capsicum pubescens</i>) osmodeshidratado</li> <li>Determinar la velocidad de secado a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado del rocoto (<i>Capsicum pubescens</i>) osmodeshidratado</li> <li>Determinar la velocidad de secado a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado conforme se reduce la humedad del rocoto (<i>Capsicum pubescens</i>) osmodeshidratado</li> </ol>	<p><b>Hipótesis General</b> Los efectos de las temperaturas a 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado del rocoto (<i>Capsicum pubescens</i>) osmodeshidratado presentan variabilidad significativa.</p> <p><b>Hipótesis Específica</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>La humedad a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado del rocoto (<i>Capsicum pubescens</i>) osmodeshidratado presenta una variabilidad del 6%, 10%, 14%</li> <li>La velocidad de secado a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado del rocoto (<i>Capsicum pubescens</i>) osmodeshidratado presenta una relación directa.</li> <li>La velocidad de secado a las temperaturas de 75°C, 50°C y 35°C en la cinética de secado es inversa a la humedad del rocoto (<i>Capsicum pubescens</i>) osmodeshidratado</li> </ol>	<p><b>Variable Independiente (X)</b> Temperaturas de secado a 75°C, 50°C y 35°C.</p> <p><b>Variable Dependiente (Y)</b> Efectos en la Cinética de Secado Osmodeshidratado.</p>	<p>Trasferencia de Calor Propiedades de Secado</p>	<p>Temperaturas en el tiempo.</p> <p><input type="checkbox"/> Humedad (W). <input type="checkbox"/> Velocidad de secado.</p> <p>Velocidad de secado en función de la humedad del solido</p>	<p>Tipo de investigación: Investigación Experimental Aplicada</p> <p>Diseño de investigación: Investigación Experimental</p> <p>La población está conformado por el rocoto (<i>Capsicum percens</i>) de 64 unidades que se comercializan en el mercado del Distrito de Jesus Maria.</p> <p>La muestra fue definida en 8 unidades haciendo uso de la siguiente ecuación</p> $n = \frac{Z^2(p)(q)}{E^2}$ <p>La metodología empleada es tecnologica experimental haciendo uso de los fenómenos de trasferencia de calor y masa durante el desarrollo de la cinética de secado del rocoto (<i>Capsicum Punbenscens</i>)Osmodeshidratado.</p> <p>Se desarrollarán los procesos tecnológicos y de transferencia de calor, en las instalaciones del Instituto de Investigación de Especialización en Agroindustria de la Universidad Nacional del Callao y en otros laboratorios.</p>

Isabel Amocaj

**Anexo 2. Base de datos de Humedad libre**

75°C		50°C		35°C	
Tiempo Minutos	Humedad Libre $X=XT-X^*$	Tiempo Minutos	Humedad Libre $X=XT-X^*$	Tiempo Minutos	Humedad Libre $X=XT-X^*$
0	1.42103293	0	0.23679767	0	0.070016
10	1.32335329	10	0.22298127	10	0.066931
20	1.20097305	20	0.20743783	20	0.063725
30	1.08607784	30	0.19247006	30	0.060601
40	0.98053892	40	0.17731041	40	0.056585
50	0.88098802	50	0.16445349	50	0.054423
60	0.79041916	60	0.15121277	60	0.051339
70	0.70471557	70	0.13816396	70	0.048154
80	0.62387725	80	0.12146914	80	0.04269
90	0.54491018	90	0.11302579	90	0.041241
100	0.47717066	100	0.0990175	100	0.036631
110	0.4113024	110	0.08807952	110	0.033704
120	0.34992515	120	0.07599018	120	0.029939
130	0.29303892	130	0.06390083	130	0.025873
140	0.23989521	140	0.05257906	140	0.02194
150	0.19124251	150	0.04164108	150	0.018075
160	0.14633234	160	0.03031931	160	0.013536
170	0.10516467	170	0.01957323	170	0.008969
180	0.07260479	180	0.00959472	180	0.004112
190	0.04378743	190	0	190	0
200	0.01946108	200	0	200	0

*Isabel Amocq*

**Anexo 3. Base de datos de Velocidad de secado**

75°C		50°C		35°C	
Tiempo Minutos	Velocidad Secado. R	Tiempo Minutos	Velocidad Secado. R	Tiempo Minutos	Velocidad Secado. R
0	0.002676923	0	0.000738462	0	0.00017111
10	0.003353846	10	0.000830769	10	0.00017776
20	0.003148718	20	0.000800000	<b>20</b>	<b>0.00017325</b>
30	0.002892308	30	0.000810256	30	0.00022269
40	0.002728205	40	0.000687179	40	0.00011989
50	0.0024820513	50	0.000707692	50	0.00017104
60	0.002348718	60	0.000697436	60	0.00017659
70	0.002215385	70	0.000892308	70	0.00030304
80	0.002164103	80	0.000451282	80	8.0347E-05
90	0.001856410	90	0.000748718	90	0.00025565
100	0.001805128	100	0.000584615	100	0.00016229
110	0.001682051	110	0.000646154	110	0.00020881
120	0.001558974	120	0.000646154	120	0.00022548
130	0.001456410	130	0.000605128	130	0.00021809
140	0.001333333	140	0.000584615	140	0.00021433
150	0.001230769	150	0.000605128	150	0.00025167
160	0.001128205	160	0.000574359	160	0.0002533
170	0.000892308	170	0.000533333	170	0.00026934
180	0.000789744	180	0.000512821	180	0.000228
190	0.000666667	190	0.000000000	190	0.00000
200	0.000533333				

Isabel Amocf

**Anexo 4. Base de datos de Humedad libre y Velocidad de secado**

	75°C		50°C		35°C	
	Humedad Libre	Velocidad Secado. R	Humedad Libre	Velocidad Secado. R	Humedad Libre	Velocidad Secado. R
0	1.37219311	0.00267692	0.22988947	0.00073846	0.068473617	0.00017111
10	1.26216317	0.00335385	0.21520955	0.00083077	0.065328030	0.00017776
20	1.14352545	0.00314872	0.19995395	0.0008	0.062163135	0.00017325
30	1.03330838	0.00289231	0.18489024	0.00081026	0.058593122	0.00022269
40	0.93076347	0.00272821	0.17088195	0.00068718	0.055504239	0.00011989
50	0.83570359	0.00248205	0.15783313	0.00070769	0.052881087	0.00017104
60	0.74756737	0.00234872	0.14468836	0.00069744	0.049746682	0.00017659
70	0.66429641	0.00221538	0.12981655	0.00089231	0.045422047	0.00030304
80	0.58439371	0.0021641	0.11724747	0.00045128	0.041965209	8.0347E-05
90	0.51104042	0.00185641	0.10602165	0.00074872	0.038935688	0.00025565
100	0.44423653	0.00180513	0.09354851	0.00058462	0.035167375	0.00016228
110	0.38061377	0.00168205	0.08203485	0.00064615	0.031821389	0.00020881
120	0.32148204	0.00155897	0.0699455	0.00064615	0.027905633	0.00022548
130	0.26646707	0.00145641	0.05823994	0.00060513	0.023906195	0.00021809
140	0.21556886	0.00133333	0.04711007	0.00058462	0.020007250	0.00021433
150	0.16878743	0.00123077	0.0359802	0.00060513	0.015805560	0.00025167
160	0.1257485	0.00112821	0.02494627	0.00057436	0.011252504	0.0002533
170	0.088885	0.00089231	0.01458397	0.00053333	0.006540112	0.00026934
180	0.05819611	0.00078974	0.00479736	0.00051282	0.002055803	0.000228
190	0.03162425	0.00066667				
200	0.00973054	0.00053333				

Isabel Amocj

Anexo 5.

Proceso de Acondicionamiento en la Elaboración de Rocoto Osmodeshidratado *Capsicum Pubescens*

	
<p>Rocoto Fresco envasado</p>	<p>Rocoto en Cortes</p>
	
<p>Rocoto, Pepas, Nervadura</p>	<p>Formas y Cortes del Rocoto</p>
	
<p>Partes del Rocoto</p>	<p>Peso de tiras del Roco</p>

Anexo 6.

Proceso de Elaboración de Rocoto Osmodeshidratado (Capsicum Pubescens)

	
Rocoto en Tiras	Rocoto en Tiras con el Jarabe
	
Rocoto Osmodeshidratado	pH del Jarabe para el Rocoto
	
Tiras de Rocoto Osmodeshidratado	Rocoto Envasado con el Jarabe

## Anexo 7. Proceso de Determinación de Humedad del Rocoto Osmodeshidratado (*Capsicum Pubescens*)

	
Jarabe del Rocoto	Determinador de Humedad
	
Equipo para Determinar Humedad	Humedad Inicial a 75°C
	
Humedad Inicial a 50°C	Humedad Inicial a 35°C

Isabel Rocca

Anexo 8.

Pesado de Unidades del Rocoto Osmodeshidratado (*Capsicum Pubescens*)



Isabel Rocaf

Anexo 9.

Calibrado de Unidades del Rocoto Osmodeshidratado (*Capsicum Pubescens*)

