Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

DESHIDRATACIÓN DE LOS GAJOS DE MANDARINA *(Citrus reticulata B)*, CON AIRE CALIENTE A DIFERENTES TEMPERATURAS

Presentado por:

RONALD ULISES, CARDENAS ARANGOITIA

Bachiller del nivel **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos. El resultado obtenido es **16 % de porcentaje de similitud por** el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones:

APROBADO OBTUVO EL 16% (MENOR AL 20% REQUERIDO)

Ica, 15 de septiembre de 2021

JUAN MARINO ALVA PAJARDO
DIRECTOR DE UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

FACULTAD INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE ALIMENTOS

TESIS:

“DESHIDRATACIÓN DE LOS GAJOS DE MANDARINA *(Citrus reticulata B*), CON AIRE CALIENTE A DIFERENTES TEMPERATURAS”

PRESENTADO POR:

BACH: CÁRDENAS ARANGOITIA, RONALD ULISES

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

ASESOR:

DRA. AVALOS SEGOVIA, NELIDA

PISCO - ICA

2021

SUMARIO

Pág.

RESUMEN

ABSTRACT

I INTRODUCCIÓN 1

1.1 Planteamiento del problema de investigación 2

1.1.1 Formulación del problema 2

1.2 Justificación e importancia de la investigación 2

1.3 Objetivos 3

1.3.1 Objetivo general 3

1.3.2 Objetivos específicos 3

1.4 Hipótesis 3

1.5 Variables 3

1.5.1 Variable independiente (X) 3

1.5.2 Variable dependiente (Y) 3

1.5.3 Variable interviniente 3

II MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL 4

2.1 Antecedentes de la investigación 4

2.2 Marco teórico 9

2.2.1 Características de la mandarina 9

2.2.1.1 Clasificación taxonómica 11

2.2.1.2 Variedades de mandarina 11

2.2.1.3 Beneficios del consumo de mandarina 25

2.2.1.4 Valores nutricionales de la mandarina 27

2.2.2 Secado con aire caliente 28

2.2.2.1 Periodo de velocidad constante 33

2.2.2.2 Periodo de velocidad decreciente 36

2.3 Marco conceptual 38

2.3.1 Mandarina 38

2.3.2 Deshidratación de alimentos 38

2.3.3 Temperatura de bulbo seco 38

2.3.4 Temperatura de bulbo húmedo 38

2.3.5 Humedad relativa 39

III MATERIAES Y METODOS 39

3.1 Materiales 39

3.2 Método para la deshidratación de la mandarina 39

3.2.1 Recepción de la materia prima 39

3.2.2 Seleccionado 40

3.2.3 Operaciones preliminares 40

3.2.4 Escaldado 41

3.2.5 Pesado 41

3.2.6 Secado 41

3.2.7 Empacado 42

3.2.8 Almacenamiento 42

3.3 Diagrama de flujo de la deshidratación de la mandarina 43

IV RESULTADOS 44

4.1 Resultados de la deshidratación de la mandarina a las temperaturas de 50°C, 60°C y 70°C. 44

4.1.1 Datos experimentales y gráficas para el deshidratado de la mandarina a 50 °C. 44

4.1.2 Datos experimentales y gráficas para el deshidratado de la mandarina a 60 °C. 46

4.1.3 Datos experimentales y gráficas para el deshidratado de la mandarina a 70 °C. 48

4.1.4 Curvas de deshidratación para la mandarina a las temperaturas de 50°C, 60°C y 70°C. 50

4.1.5 Curva de velocidad de secado para la mandarina a las temperaturas de 50°C, 60° y 70°C 52

4.1.6 Parámetros de la deshidratación de la mandarina 53

4.1.7 Ecuaciones de los Modelos matemáticos de la deshidratación de la mandarina a las temperaturas de 50°C, 60°C y 70°C 54

4.2 Resultados del análisis sensorial 54

4.2.1 Resultados de la prueba de Fisher 57

4.2.2 Prueba de Duncan 58

4.2.3 Prueba de medias 60

4.3 Resultados del análisis microbiológico 61

V CONCLUSIONES 64

VI RECOMENDACIONES 66

VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 67

LISTADO DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	La mandarina	11
Figura 2.	Variedad Okitsu	12
Figura 3.	Variedad Owari	13
Figura 4.	Variedad Clausellina	14
Figura 5.	Variedad clementina fina	15
Figura 6.	Variedad Oraval	16
Figura 7.	Variedad clemenules	17
Figura 8.	Variedad Marisol	18
Figura 9.	Variedad Oronules	18
Figura 10.	Variedad clemenpons	19
Figura 11.	Variedad Esbal	20
Figura 12.	Variedad Loretina	21
Figura 13.	Variedad Hernandina	22
Figura 14.	Variedad Fortune	23
Figura 15.	Variedad Ortanique	24
Figura 16.	Curva de deshidratación contenido de humedad vs tiempo	34
Figura 17.	Pesado de la mandarina	40
Figura 18.	Mandarina en gajos	40
Figura 19.	Control de pH de la mandarina	41
Figura 20.	Mandarina deshidratada empacada en bolsa de plástico	42
Figura 21.	Grafica contenido de humedad vs tiempo a la temperatura de 50° C para la mandarina.	45

Figura 22. Grafica velocidad de secado vs tiempo a la temperatura de 50° C para la mandarina 46

Figura 23. Grafica contenido de humedad vs tiempo a la temperatura de 60° C para la mandarina 47

Figura 24. Grafica velocidad de secado vs tiempo a la temperatura de 60° C para la mandarina 48

Figura 25. Grafica contenido de humedad vs tiempo a la temperatura de 70° C para la mandarina 49

Figura 26. Grafica velocidad de secado vs tiempo a la temperatura de 70° C para la mandarina 50

Figura 27. Curvas de deshidratación para la mandarina a las temperaturas de 50°C, 60°C y 70°C. 51

Figura 28. Velocidades de deshidratación para la mandarina 50°C, 60°C y 70°C 53

Figura 29. Informe de Análisis Microbiológico 62

LISTADO DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	*Valores nutricionales de la mandarina*	27
Tabla 2.	*Contenido de humedad, y velocidad de secado para la mandarina deshidratado a 50°C*	44
Tabla 3.	*Contenido de humedad, porcentaje de humedad y velocidad de secado para la mandarina deshidratado a 60°C*	46
Tabla 4.	*Contenido de humedad, porcentaje de humedad y velocidad de secado para la mandarina deshidratado a 70°C*	48
Tabla 5.	*Contenido de humedad a diferentes temperaturas para la mandarina*	50
Tabla 6.	*Velocidad de secado a diferentes temperaturas (50°C, 60°C y 70°C) para la mandarina*	52
Tabla 7.	*Parámetros de secado para la mandarina*	53
Tabla 8.	*Ecuaciones de la deshidratación de la mandarina en el periodo constante y decreciente*	54
Tabla 9.	*Resultado de la evaluación sensorial realizada para la mandarina*	55
Tabla 10.	*ANOVA para la prueba de bloques completamente al azar (D.B.C.A)*	58

RESUMEN

La presente tesis "Deshidratación de los gajos de mandarina *(Citrus reticulata B*) con aire caliente a diferentes temperaturas" tiene como objetivo general determinación el efecto de las temperaturas de proceso (50°C, 60°C y 70°C) en la cinética de deshidratación con aire para los gajos de mandarina**.** Las principales conclusiones fueron: Las temperaturas influyen en la cinética de deshidratación con aire caliente, lo que se observa en la diferencia de valores de los parámetros de secado y los tiempos de secado para cada temperatura. Los parámetros para la cinética de secado fueron: muestra 101 secada a 50°C son: HR = 40%, contenido de humedad inicial = 4,319 g de agua/g.m.s, contenido de humedad critica = 3,211 g de agua/g.m.s, contenido de humedad de equilibrio = 0.132 g de agua/g.m.s, velocidad constante = 0.0113 g de agua /g.m.s.min. Para 60 °C son: HR = 34%, contenido de humedad inicial = 4,319 g de agua/g.m.s, contenido de humedad critica = 3,220 g de agua/g.m.s, contenido de humedad de equilibrio = 0.120 g de agua/g.m.s, velocidad constante = 0.0145 g de agua /g.m.s.min, Para 70 °C son: HR = 27%, contenido de humedad inicial = 4,319 g de agua/g.m.s, contenido de humedad critica = 3,348 g de agua/g.m.s, contenido de humedad de equilibrio = 0.108 g de agua/g.m.s, velocidad constante = 0.0161 g de agua /g.m.s.min, Los tiempos para el periodo constante y decreciente fueron : para la muestra deshidratada a 50°C (Muestra 101), para el periodo constante 100 minutos y para el periodo decreciente 800 minutos; para la muestra deshidratada a 60°C (Muestra 303), para el periodo constante 80 minutos y para el periodo decreciente 760 minutos; Para la muestra deshidratada a 70°C (Muestra 202), para el periodo constante 60 minutos y para el periodo decreciente 720 minutos. La difusividad efectiva fue: Para la muestra 101 7,973 x 10^{-10} m^2/s, para la muestra 202 8.023x10^{-10} m^2/s, para la muestra 303 9,354x10^{-10} m^2/s**.** De la evaluación estadística del análisis sensorial de la mandarina deshidratada se determinó que la muestra 303 (deshidratada a 60º C) fue la que tuvo mayor aceptación de los jueces consumidores.

ABSTRACT

This thesis "Dehydration of mandarin segments (Citrus reticulata B) with hot air at different temperatures" has as its general objective the determination of the effect of the process temperatures (50 ° C, 60 ° C and 70 ° C) on the kinetics dehydration with air for mandarin segments. The main conclusions were: Temperatures influence the kinetics of dehydration with hot air, which is observed in the difference of values of the drying parameters and the drying times for each temperatura. The parameters for drying kinetics were: sample 101 dried at 50 ° C are: HR = 40%, initial moisture content = 4.319 g of water / gms, critical moisture content = 3.211 g of water / g.m.d, moisture content of equilibrium = 0.132 g of water / g.m.s., constant speed = 0.0113 g of water / g.m.d.min. For 60 ° C they are: HR = 34%, initial moisture content = 4.319 g of water / gms, critical moisture content = 3.220 g of water / g.m.d, equilibrium moisture content = 0.120 g of water / g.m.d, constant speed = 0.0145 g of water / g.m.d.min, For 70 ° C are: HR = 27%, initial moisture content = 4.319 g of water / g.m.d., critical moisture content = 3.348 g of water / g.m.d, equilibrium moisture content = 0.108 g of water / g.m.d., constant speed = 0.0161 g of water / g.m.d.min. he times for the constant and decreasing period were: for the dehydrated sample at 50 ° C (Sample 101), for the constant period 100 minutes and for the decreasing period 800 minutes; for the dehydrated sample at 60 ° C (Sample 303), for the constant period 80 minutes and for the decreasing period 760 minutes; For the dehydrated sample at 70 ° C (Sample 202), for the constant period 60 minutes and for the decreasing period 720 minutes. The effective diffusivity was: For the sample 101 7,973 x 10^{-10} m^2/s, for the sample 202 8.023x10^{-10} m^2/s, for the sample 303 9,354x10^{-10} m^2/s. From the statistical evaluation of the sensory analysis of dehydrated tangerine, it was determined that sample 303 (dehydrated at 60º C) was the one that had the greatest acceptance of consumer judges.

I. INTRODUCCIÓN

La mandarina es el fruto del mandarino. Pertenece al grupo de los cítricos, frutos llamados hesperidios con pulpa formada por un considerable número de gajos llenos de jugo, con mucha vitamina C.

Su grato dulzor, su escaso grado de acidez y la suavidad de su pulpa, hacen de este cítrico una de las frutas más populares. Además, resultan tan fáciles de pelar y de comer que se han convertido en una de las frutas predilectas de los niños.

Como sus parientes cítricos, la naranja, el pomelo y el limón, su pulpa está formada por numerosas vesículas llenas de jugo rico en vitamina C, flavonoides, betacaroteno y aceites esenciales.

Aunque no es tan rica en vitamina C como la naranja, su aporte no deja de ser considerable y se acompaña de una mayor presencia de betacaroteno o provitamina A que en la naranja.

Un par de mandarinas cubren aproximadamente la mitad de las necesidades diarias de vitamina C y el 10% del betacaroteno o provitamina A.

La deshidratación ha sido desde siempre el mejor sistema de conservar los alimentos**:** se trata de extraer solamente el agua, mediante calor suave que no altera los nutrientes. La deshidratación no solo es útil para alargar la vida de nuestros alimentos sino también nos facilita el almacenaje, transporte y manipulación de los mismos. El principal objetivo de la investigación fue determinación del efecto de las temperaturas de proceso (40°C, 50°C y 60°C) en la cinética de deshidratación con aire para los gajos de mandarina

1.1 Planteamiento del problema de investigación

La mandarina es el cítrico más parecido a la naranja, aunque de menor tamaño, sabor más aromático y con mayor facilidad para quitar su piel. Por eso se considera una de las frutas más apreciadas.

Uno de los principales problemas de la mandarina es la pérdida y deterioro causada por la cantidad de agua libre que contiene. A expensas de este elemento vital, muchos microorganismos proliferan, los enzimas catalizan reacciones degradativas que aceleran el deterioro o podredumbre; causando un gran problema a la industria de los alimentos (Carlos Alberto Suca Apaza).

1.1.1 Formulación del problema

¿Los parámetros de la deshidratación de la mandarina influyen en la cinética del secado con aire caliente a las temperaturas de proceso de 50°C, 60°C y 70°C?

1.2 Justificación e importancia de la investigación

El proyecto se justifica por la necesidad imperativa de buscar alternativas de industrialización de la mandarina que permitan su conservación por más tiempo utilizando diversas formas, de procesamiento, como la deshidratación.

La importancia del proyecto radica en que el trabajo está planteado para obtener los parámetros óptimos de la deshidratación con aire caliente que nos permitirá conocer los tiempos, las temperaturas del proceso de secado; y la humedad de conservación ideal.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinación del efecto de las temperaturas de proceso (50°C, 60°C y 70°C) en la cinética de deshidratación con aire para los gajos de mandarina

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinación de la cinética de la deshidratación con aire caliente para los gajos de mandarina
- ✓ Determinación del tiempo del periodo constante y decreciente
- ✓ Determinación de la difusividad efectiva del periodo decreciente
- ✓ Análisis microbiológico y análisis sensorial

1.4 Hipótesis

H_o: Las temperaturas de procesamiento no influye en la deshidratación con aire caliente para los gajos de la mandarina.

H_1: Las temperaturas de procesamiento influye en la deshidratación con aire caliente para los gajos de la mandarina.

1.5 Variables

1.5.1 Variable independiente (X)

X = Temperaturas de procesamiento de la deshidratación de los gajos de mandarina

1.5.2 Variable dependiente (Y)

Y = Cinética de deshidratación con aire caliente

1.5.3 Variable interviniente

Z = Disponibilidad del recurso y de los equipos

II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 Antecedentes de la investigación

En la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga" de Ica no existen investigaciones referentes a la deshidratación de los gajos de mandarina con aire caliente a diferentes temperaturas

Dentro de los antecedentes podemos mencionar el trabajo de tesis de Contreras Carolina (2006) "Influencia del método de secado en parámetros de calidad relacionados con la estructura y el color de manzana y fresa deshidratadas", en esta investigación se realizó un estudio de cómo influye la temperatura del aire de secado, al aplicar el microondas, la deshidratación osmótica o la impregnación a vacío en los procesos que ocurren en la deshidratación y rehidratación de la fresa y manzana, así como ciertas características que se relacionan con el color y estructura de muestras rehidratadas y deshidratadas. Respecto al efecto que tiene la temperatura del aire de secado, se observó que la aplicación de un secado por aire a una temperatura de 50 °C genera una deshidratación más rápida que a una temperatura de 30°C, lo que conlleva a que el pardeamiento sea menor. Además, la temperatura más elevada del aire genera un cambio en la solubilidad de la pectina que se relaciona con el incremento de su fracción hidrosoluble, la disminución del oxalato soluble y de su pectina residual, brindándole una gran resistencia mecánica a las muestras deshidratadas. La aplicación del microondas, genera que el tiempo de proceso disminuya, que la solubilidad de la pectina sea mayor, también brindo gran resistencia mecánica a las muestras de fresa y manzana deshidratada, observándose en el caso de la fresa que mantiene mejor su

forma. No obstante, el daño estructural que está asociado a la deshidratación refleja una poca resistencia de las muestras deshidratadas, así como una baja capacidad de retención de su fase liquida. Por otro lado, el tratamiento con microondas induce a que la luminosidad de la fresa aumente, y que el contenido de antocianinas disminuya. El pre-tratamiento de la deshidratación osmótica o impregnación al vacío infiere que el proceso de secado tenga una mayor duración, pero su efecto no es significativo sobre el tiempo que se requiere para un secado combinado con un microondas. No obstante, en los dos casos se produce una mayor solubilidad de la pectina, que junto con el incremento de su contenido de azúcar otorga una mayor resistencia a las muestras deshidratadas. A su vez el azúcar que se añade en el tratamiento osmótico de la fresa genera un buen comportamiento mecánico luego de la rehidratación, contribuyendo a que haya una menor disminución del volumen después de la rehidratación. Pero se debe tener en cuenta que la manzana aumenta su traslucidez después de la impregnación a vacío y acentúa los cambios de color que ocurren en el proceso de deshidratación, mientras que para la fresa el tratamiento osmótico no afecta de manera significativa su color. Basándose en todo lo dicho, para obtener fresa o manzana deshidratada con una resistencia mecánica muy alta, se recomienda realizar un pre tratamiento a las muestras y aplicar un microondas, aunque el cambio de color para estos casos seria mayor, de forma especial para la manzana. Cuanto más azúcar se introduzca en el pretratamiento, la resistencia de las muestras frente a la fractura será mayor, pero la probabilidad de que el producto llegue a tener un estado gomoso también será mayor. Si se tiene

como objetivo conseguir un producto con buenas características luego de la rehidratación, lo recomendable seria realizar un pre tratamiento, en especial el de la deshidratación osmótica, pero no sería recomendable aplicar el microondas.

También podemos mencionar el trabajo de investigación de Aquiles Ocampo (2006) "Modelo cinético del secado de la pulpa de mango" el propósito de esta investigación fue encontrar un modelo que permita predecir el tiempo de secado de la pulpa de fruta de la especie mango (Mangifera indica) en condiciones diferentes de temperatura. Para esto se realizó la construcción de un secador para laboratorio en el cual se llevó a cabo las pruebas de secado con temperaturas de 65°C, 60°C y 55°C, con una velocidad constante de aire de 2 m/s y 50% de humedad relativa. Se presenta un sencillo procedimiento que transforma en ecuación polinomial de 2° orden al modelo de GAB. También se presenta de forma simple y aplicable a similares procesos de secado para el establecimiento de su cinética partiendo de modelos de ecuación de Fick.

Así mismo tenemos el trabajo de investigación de Della Roca Patricia (2010) "Secado de alimentos por métodos combinados: deshidratación osmótica y secado por microondas y aire caliente" esta investigación se enfocó en estudiar y analizar variables que alteran el secado de un producto de origen hortícola como es la papa. En primer lugar, el proceso de secado fue llevado a cabo por medio de una deshidratación osmótica y después por un secado combinado (convección por aire caliente y microondas). Se aplicó modelos matemáticos diferentes a los datos experimentales con el fin de hacer una representación de los datos cinéticos que se obtuvieron del

secado. Para la deshidratación osmótica se utilizaron modelos basados en la segunda Ley de Fick de la difusión y de cinética de primer orden. Asimismo, aquellos modelos sencillos como los de Peleg, Hawkes y Flink, Azuara y Raoult Wack también se ensayaron. Estos últimos ajustaron de manera muy satisfactoria los datos. Otras ventajas de estos modelos son su rapidez de cálculo debido a su sencillez matemática y el no requerir parámetros de equilibrio como el modelo de Fick, los que, no obstante, se pueden estimar a partir de las ecuaciones que los representan. Para la etapa de secado combinado se emplearon modelos polinomiales, siendo el polinomio de tercer grado el de mejor ajuste. Se estudió comparativamente el uso del microondas solamente y se modeló.

También se observó que, para llegar a la misma humedad final, con el microondas solamente se obtenía un producto de textura muy dura y con la superficie quemada, mientras que, si el producto se pre trataba con deshidratación osmótica y luego se secaba de manera combinada, las características texturales y organolépticas mejoraban. El producto final se obtuvo a partir de cubos de 1 cm de arista los cuales se deshidrataron osmóticamente durante 1 h en una solución de 40 % m/m de sacarosa y 10 % m/m de sal a una temperatura de 40º C, un nivel de agitación de 120-130 rpm y una relación masa de solución a masa de papa de 4. Finalmente, se llevó a cabo el secado combinado que consistió en el secado simultáneo por convección con aire caliente y microondas a una potencia del 60 % respecto de la máxima del equipo Luego del tratamiento térmico, las papas se envasaron en atmósfera modificada (30 % de CO_2 y 70 % de N_2) y se almacenaron en refrigeración a 4º C durante 120 días. Se realizaron

ensayos microbiológicos a 0, 30, 60 y 120 días de su almacenamiento. Los resultados de laboratorio pudieron constatar que las papas se mantuvieron estables frente al deterioro microbiano durante estos lapsos de tiempo. Se realizaron microfotografías con un microscopio de barrido ambiental para observar la estructura final del producto. En ellas se pudo apreciar que la estructura de la papa permanece casi inalterada en cuanto a forma si bien se observa cierta laxitud en las paredes celulares que se puede atribuir al llenado inicial con solución durante la deshidratación osmótica y el posterior secado donde luego parte del agua desaparece y disminuye la presión sobre las células. Mediante experiencias de rehidratación, se pudo verificar que el producto final obtenido podría luego rehidratarse en 5 min en agua a ebullición mostrando una textura y cocción adecuadas para un alimento mínimamente procesado, así como también preservar características organolépticas apropiadas.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Características de la mandarina

Es un fruto proveniente del árbol mandarino, que es una planta de característica perenne, que pertenece a la familia rutácea, originaria del continente asiático – oriental (Indochina y China).

La mandarina es un fruto que comparte junto a la naranja propiedades vitamínicas como la protección frente a infecciones, además de ser antioxidante y depurativa. Su contenido calórico es bajo (54 calorías/100 gramos), rico en agua (86%) y sin contenido de grasas. También son ricas en fibra (1,9g/10g), contienen hidratos de carbono (9g/100g), una buena cantidad de potasio (185mg/100g), calcio (36mg/100gr), magnesio (11mg/100g), fósforo (117,2mg/100g), y contienen pequeñas cantidades de vitaminas del grupo B, además de folato (21mg/100g), vitamina C (35mg/100g) y vitamina A (106mg/100g).

A pesar que el contenido de vitamina C de la mandarina es menor en comparación con otros cítricos, sigue siendo considerada como una excelente fuente de vitamina C. Igualmente sus hojas poseen un principio amargo que se usa como aperitivo y tónico. También se extrae su aceite esencial mediante un prensado de su piel, siendo efectivo para ayudar a dormir y despertar el apetito. Su fragancia es aromática y dulce, es antiespasmódico, antiséptico, digestivo, carminativo, emoliente, suave, estimulante digestivo y laxante suave.

La mandarina es considerada un postre infantil muy excelente, debido a su facilidad de pelar, los niños tienen mucho gusto por esta fruta sobre todo a las que no presentan pepas. También se elaboran postres y licores, introduciendo en ocasiones gajos en almíbar, o escarchándolos para que tengan una duración mayor. Asimismo, las mandarinas se pueden combinar con chocolate para utilizarlos en bombonería y confeccionar especialidades. Son muy ideales para perfumar gelatinas, ya que poseen un intenso perfume y un color naranja brillante, utilizándose para postres o platos hechos a base de cerdo. Asimismo, se elaboran helados, sorbetes y se perfuman tartas, bizcochos y cremas. La planta de mandarina es muy resistente al frio y tolera muy bien la sequía en comparación al naranjo, pero su fruto es sensible. El factor que la limita es la baja temperatura, no tolerando temperaturas por debajo de los 3°C; siendo la temperatura un factor determinante en su desarrollo vegetativo, cuajado, floración y calidad del fruto. Una temperatura alta constante mantiene el nivel de clorofila muy alto y un color verde persistente.

MINAGRI (2014)

FIGURA 1.

La mandarina



Fuente: Página del MINAGRI

2.2.1.1 Clasificación taxonómica

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Sub división	: Residae
Orden	: Sapindales
Familia	: Rutaceae
Subfamilia	: Citroideae
Tribu	: Citreae
Género	: *Citrus*
Especie	: *C. reticulata Blanco*

2.2.1.2 Variedades de mandarina

Existen varias especies de mandarinas

- **Grupo Clementinas** (Citrus reticulata): Arrufatina, Clemenpons, Clemenules, Clementina, Dancy, Esbal, Fernandina, Fina, Loretina, Marisol, Monreal, Nuselina, Oronules, Oroval.

- **Grupo Satsumas** (Citrus unshiu): Clausellina, Okitsu, Owari, Satsuma.
- **Grupo Híbridos:** Clemenvilla, Ellendale, Fortune, Kara, Nova, Ortanique, Ortánica, Temple. MINAGRI (2014)

Descripción de algunas variedades de interés:

Okitsu

Grupo: Satsuma.

Árbol: Erecto, vigoroso, con espinas en sus brotes.

Fruto: Achatado, grande. De calidad gustativa muy buena.

Es un árbol precoz, pero tolera muy bien el almacenamiento y transporte en comparación a otros tipos de satsumas. Es una variedad de origen japonés donde se logró obtener partiendo de una semilla de la variedad miyagawa. MINAGRI (2014)

FIGURA 2.

Variedad Okitsu



Fuente: Página del MINAGRI

Owari

Grupo: Satsuma.

Árbol: Poblado de hojas, vigoroso con ramas largas.

Fruto: Es de tamaño pequeño a medio, tiene un contenido elevado de zumo, su color es naranja claro y su forma es aplanada. MINAGRI (2014)

FIGURA 3.

Variedad Owari



Fuente: Página del MINAGRI

Clausellina

Grupo: Satsuma.

Árbol: vigor escaso y una tendencia de floración abundante en los primeros años de su desarrollo.

Fruto: su tamaño es mayor al de la variedad Owari, pero su calidad es baja. Es una especie precoz. MINAGRI (2014)

FIGURA 4.

Variedad Clausellina



Fuente: Página del MINAGRI

Clementina Fina

Tipo: Clementina.

Árbol: Es un árbol vigoroso, hojas de color verde no tan intenso, de gran densidad y forma redondeada.

Fruto: su tamaño es medio o pequeño, con un peso promedio entre 50 y 70 g. su corteza es fina con un color naranja intenso. El fruto tiene una calidad extraordinaria. Es preciso realizar de forma frecuente tratamientos para que se mejore el cuajado y tamaño. MINAGRI (2014).

FIGURA 5.

Variedad clementina fina



Fuente: Página del MINAGRI

Oroval

Tipo: Clementina.

Árbol: Posee ramas con orientación vertical, con presencia de espinas, el color de sus hojas es verde intenso, es un árbol vigoroso.

Fruto: Tiene un peso promedio entre 70 y 90 g, su forma es redondeada. Su corteza es de color naranja muy intenso y granulosa, muy fácil de pelar.

La conservación del fruto en el árbol no se recomienda, que genera perdida de zumo y tiende a bufarse. MINAGRI (2014)

FIGURA 6.

Variedad Oraval



Fuente: Página del MINAGRI

Clemenules

Tipo: Clementina.

Árbol: Es una especie con un vigor medio, sus ramas son inclinadas, con grandes hojas de un color verde claro.

Fruto: son frutos grandes de 80 a 100 g de peso, con forma un poco achatada, su cascara es de color naranja intenso, con pulpa de buena calidad y muy jugosa. Muy fácil de pelar, sin presencia de semillas. Su recolección se realiza después de la oraval. Es una variedad muy productiva con una entrada rápida en producción. El fruto se mantiene bien en el árbol. MINAGRI (2014)

FIGURA 7.

Variedad clemenules



Fuente: Página del MINAGRI

Marisol

Tipo: Clementina.

Árbol: vigoroso, con una forma redondeada y una predisposición a la verticalidad, tiene un intenso color verde.

Fruto: muy parecida a la oraval.

La Marisol es una variedad para una zona precoz, su recolección se realiza entre 15 o 20 días antes que la variedad Oraval. MINAGRI (2014)

FIGURA 8.

Variedad Marisol



Fuente: Página del MINAGRI

Oronules

Tipo: Clementina.

Árbol: es vigoroso, con una preferencia a la verticalidad.

Fruto: tiene forma achatada ligeramente y de tamaño medio. Su pulpa tiene buena calidad, sin semillas. MINAGRI (2014).

FIGURA 9.

Variedad Oronules



Fuente: Página del MINAGRI

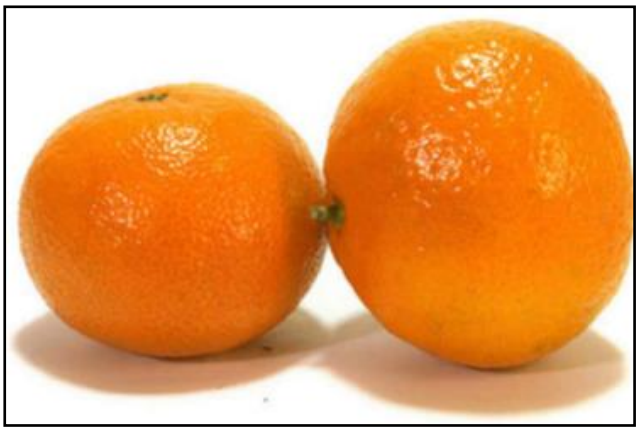
Clemenpons

Tipo: Clementina.

Surgió por una mutación de la variedad Clemenules. El árbol asi como su fruto son muy parecidos a la variedad de donde proceden, pero madura 15 días antes que este. MINAGRI (2014)

FIGURA 10.

Variedad clemenpons



Fuente: Página del MINAGRI

Esbal

Tipo: Clementina.

Árbol: Tiene un vigor medio, tiene ramas inclinadas con forma redondeada, el color de sus hojas es verde claro.

Fruto: Tienen forma achatada y tamaño mediano con un peso de 55 a 75 g. el color de su corteza es naranja intenso, muy fácil de pelar. Pulpa de muy buena calidad, sin presencia de semillas.

La época de su maduración es semejante o algo más precoz que la Oraval. Tiene una productividad muy buena. Cuando los frutos ya

están maduros pueden ser dañados por lluvias muy prolongadas. Para las zonas tempranas. MINAGRI (2014)

FIGURA 11.

Variedad Esbal



Fuente: Página del MINAGRI

Loretina

Tipo: Clementina.

Árbol: Vigoroso, con pocas espinas.

Fruto: su color es intenso, su cascara es poco rugosa, con un buen sabor y sin presencia de semillas. Muy fácil de pelar.

Proviene de una espontánea mutación de la mandarina Marisol. Su recolección se adelanta unos días a la variedad Marisol. MINAGRI (2014)

FIGURA 12.

Variedad Loretina



Fuente: Página del MINAGRI

Hernandina

Tipo: Clementina.

Árbol: Tiene ramas con tendencia a la verticalidad de forma redondeada, el color de su madera es oscuro, es un árbol vigoroso. Sus hojas son de color verde un poco intenso.

Frutos: Son de tamaño mediano con un peso de 55 a 75 g. tienen una forma poco achatada. El color de la corteza es naranja intenso, fácil de pelar. Pulpa de gran calidad muy jugosa. Sin semillas cuando no ocurre la polinización.

La madurez de su parte interna ocurre casi al mismo tiempo que en la variedad clementina fina, y la madurez de su parte externa que es la coloración que se da en 2 meses. Su recolección resiste bien la lluvia. Es una variedad muy interesante para zonas no precoces y con escaso riesgo de heladas fuertes. MINAGRI (2014)

FIGURA. 13.

Variedad Hernandina



Fuente: Página del MINAGRI

Fortune

Tipo: Híbrido (de clementina y mandarina)

Árbol: Vigoroso, ramas con una predisposición inclinada. Sus hojas son de color verde claro. Su madera es débil.

Fruto: su tamaño es pequeño, su corteza es de un intenso color naranja y de textura fina y adherida. Escazas semillas cuando no hay polinización cruzada.

Es una variedad muy interesante en zonas tardías con bajo riesgo de heladas fuertes. MINAGRI (2014)

FIGURA 14.

Variedad Fortune



Fuente: Página del MINAGRI

Ellendale

Tipo: Híbrido (de tangerina y naranja)

Árbol: Es un árbol de vigorosidad media. Sus ramas no presentan espinas y se rompen fácilmente por el peso del fruto.

Fruto: tiene buen tamaño, de corteza rugosa ligeramente, muy fácil de pelar y su color es naranja rojizo. Buen contenido de zumo de muy buena calidad.

Su recolección se puede realizar a partir del mes de febrero, aunque se pierde zumo si esta muecho tiempo en el árbol. MINAGRI (2014)

Ortanique

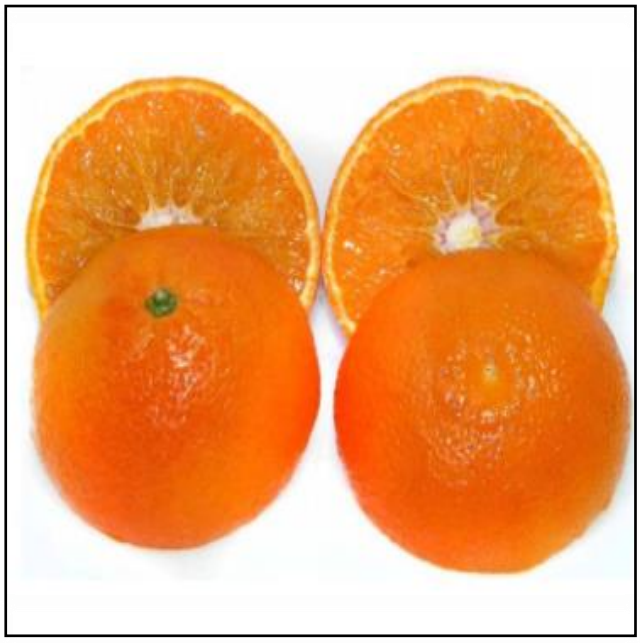
Tipo: Híbrido.

Árbol: tiene crecimiento abierto y es muy vigoroso.

Fruto: tienen un tamaño mediano a grande, achatados ligeramente, su corteza es rugosa, adherida a la pulpa dificultando su pelado. Su contenido de zumo es elevado y con buen sabor. Es un fruto que se mantiene bien en el árbol. Infoagro (2017).

FIGURA 15.

Variedad Ortanique



Fuente: Página de INFOAGRO

Entre las cuales, las principales variedades de exportación del Perú son:

Grupo Clementinas: Nules

Grupo Satsumas: Kitsu, Owari

Grupo Híbridos: Fortune, Novas

2.2.1.3 Beneficios del consumo de mandarinas

Los beneficios que ofrecen las mandarinas no son muy conocidos en comparación con las naranjas, pero son muy impresionantes:

1. Mejoran la salud de la piel y del cabello

El consumo de vitamina C en una cantidad apropiada no solo estimula nuestro sistema inmunitario, sino que mantiene y produce el colágeno, que es una importante proteína presente en el cabello y la piel. Además, la mandarina contiene vitamina A, la cual ayuda a que el cabello se mantenga hidratado gracias al sebo que produce.

2. Mejoran el funcionamiento cognitivo

La mandarina posee componentes (como el potasio, ácido fólico y diversos antioxidantes) que son muy conocidos por ofrecer beneficios de carácter neurológico. El ácido fólico ayuda a reducir el riesgo de sufrir deterioro cognitivo, así como de alzhéimer. El potasio ayuda a aumentar el flujo de sangre al cerebro mejorando la actividad neuronal, las facultades cognitivas y la concentración.

Además, la mandarina contiene vitamina B6, muy beneficiosa para prevenir la depresión y las náuseas, si se consume en una cantidad apropiado, por eso no hay que

tomar demasiado, una persona adulta no debe consumir más de 100 miligramos de vitamina B6.

3. Ayudan a las embarazadas y a los bebés.

La mandarina ayuda a la formación de glóbulos rojos y del tubo neural de los embriones gracias al buen contenido de ácido fólico y vitamina B. Si en el embarazo no se consume la cantidad de ácido fólico necesario, él bebe puede tener problemas como bajo peso y anomalías en el tubo neural.

4. Mejoran la salud cardiovascular.

La vitamina C, la vitamina B6, la fibra y el potasio mejoran la salud cardiovascular. Según la Encuesta nacional de examen de la salud y la nutrición, una gran cantidad de estadounidenses no consume la ingesta diaria recomendada de potasio (4700 mg) a pesar de sus beneficios. Un estudio realizado manifiesta que las personas que consumen potasio en una cantidad de 1069 mg por día tienen 49 % menos posibilidad de que mueran por causa de enfermedades cardiovasculares en comparación de personas que tienen un consumo de 1000 mg por día.

5. Mejoran la salud del aparato digestivo.

La mandarina tiene una buena cantidad de fibra, siendo la dosis de consumo recomendada de 38 g para hombre y 25

g para mujeres por día. Además, previene el estreñimiento.

6. Ayudan a mantener una tensión arterial saludable.

La mandarina tiene un alto contenido de potasio y poco sodio. Conteniendo 199 miligramos de K y 2.4 miligramos de Na en mandarinas grandes, este contenido ayuda a que los vasos sanguíneos se relajen manteniendo la tensión arterial en valores normales.

7. Ayudan a combatir enfermedades.

La mandarina nos proporciona el 53 % del consumo diario que se recomienda de vitamina C ayudando a nuestro sistema inmunitario. También la vitamina C ayuda a que el cuerpo mantenga una resistencia frente a los agentes patógenos y beneficia la reducción de radicales libres que generan el cáncer (Vito Victoria, 2017).

2.2.1.4 Valores nutricionales de la mandarina

En la tabla 1 se presenta el valor nutricional de la mandarina

Tabla 1

Valores nutricionales de la mandarina

Nutriente	Valor
Calorías	146 kcal
Agua	90,1 g
Hidratos de carbono	8,1 g
Proteínas	0,6 g
Grasa total	0,3 g
Fibra	0,5 g
Ceniza	0,4 g

Fuente: Ministerio de salud (2009)

2.2.2 Secado con aire caliente

Cuando un alimento se pone en contacto con aire de una temperatura y humedad dadas, este último proporciona el calor latente necesario para que el agua del producto pase a vapor. El vapor de agua abandona el alimento por difusión, a través de la película de aire en reposo que rodea a la superficie del producto, hasta alcanzar la corriente del aire en movimiento, que se encarga de arrastrarlo. La velocidad de eliminación de agua está supeditada tanto por la transferencia de materia (vapor de agua) entre el alimento y el aire, como por la transmisión de calor, de signo contrario.

La transferencia de materia tiene lugar merced al gradiente existente entre la presión del vapor de agua del alimento y la presión parcial del vapor de agua en el aire, *fuerza impulsora de este movimiento*.

La representación de la humedad del producto frente al tiempo de secado es el punto de partida para establecer la evolución de la velocidad de secado a lo largo de la operación. En la figura 5.9 se muestran las variaciones típicas de la humedad de un alimento y de su velocidad de secado frente al tiempo. Una tercera grafica informa sobre como varia la velocidad de secado conforme se reduce la humedad del sólido. Como puede apreciarse, se distinguen tres periodos para la velocidad de secado según esta aumente (tramo A-B), permanezca constante (tramo B-C) o disminuya (tramo C-E).

El primer periodo, llamado de estabilización o de inducción, no es significativo frente al tiempo total de secado. Corresponde al tiempo

que necesita el sistema para alcanzar el régimen estacionario y se caracteriza por la cesión de calor sensible del aire al alimento, que se manifiesta en forma de un aumento de su temperatura. Esta fase termina cuando la temperatura del alimento se iguala a la de bulbo húmedo del aire. Durante este periodo, dado que el alimento se encuentra frio respecto al aire, prevalece la transmisión de calor frente a la transferencia de materia, la cual se encuentra limitada por la reducida presión del vapor del agua del alimento a baja temperatura.

En el segundo periodo, de velocidad de secado constante, el agua migra desde el interior del alimento hasta su superficie con la misma velocidad con que se evapora desde la referida superficie hasta el aire. El comportamiento en este periodo se puede explicar por el equilibrio que existe entre el flujo de calor y materia, permitiendo que la superficie se mantenga saturada de agua en todo momento. La pendiente de temperatura se mantiene constante en todo el periodo; de lo contrario esto afectaría a la transferencia de materia. La temperatura del producto se asemeja a la temperatura del bulbo húmedo del aire, en tanto que la de este último es la de bulbo seco. La diferencia se da porque la evaporación conlleva una pérdida del calor latente originando el enfriamiento de la superficie del producto. Esta diferencia tendrá una tendencia a cero según haya una saturación de humedad del aire, siendo así, tanto más acusada cuanto más seco se esté. Este periodo se rige por condiciones que son ajenas al alimento, como son la humedad relativa, temperatura y la

velocidad del aire. Ahora de manera concreta, el aire debe reunir los siguientes requisitos:

- Temperatura de bulbo seco relativamente elevada.
- Humedad relativa reducida.
- velocidad de paso elevada

Es muy evidente que, si se realiza una disminución de la temperatura del aire, la velocidad ende se resiente, prolongando el proceso de secado. Se puede afirmar lo mismo si la humedad relativa del aire se aumenta, aunque para este caso el tiempo de secado se prolongaría por la reducción de la fuerza impulsora que es responsable de la transferencia de materia. Ahora respecto a la velocidad de aire, si ella disminuye, el espesor de la película de aire en reposo se incrementa, junto a la superficie del alimento, suponiendo una mayor resistencia frente al flujo de materia y calor.

Generalmente, si partimos de un aire seco de forma relativa, como ocurre en un proceso de secado, el valor de su temperatura resultara más crítico que su humedad relativa. A lo largo de esta fase, el proceso es controlado por la trasmisión de calor, que controla la velocidad de evaporación de agua, disminuyendo la propagación del vapor de agua de forma externa por medio de una película de aire que se interpone entre corriente de arrastre y la superficie del sólido. La humedad relativa del aire es una variable, con una influencia menor, sobre la velocidad de proceso que su temperatura y velocidad de paso, pero si determina el equilibrio del contenido de humedad en el producto secado, el cual es un aspecto muy decisivo en la

conservación del alimento deshidratado. La velocidad constante de secado acaba cuando se logra alcanzar la denominada “humedad critica” del producto, siendo el punto de partida para el siguiente y último tramo. De forma práctica, esta división no es tan concluyente, ya que en la parte final del tramo se empieza a apreciar que la velocidad de secado disminuye, y que se enlaza de forma gradual con el periodo de velocidad de secado decreciente. La razón por la que la humedad critica no está definida claramente, se tiene que buscar en la dependencia que tiene con respecto a la velocidad de paso de aire y la temperatura, así como en relación a la estructura, espesor y morfología interna del solido el cual es objeto de secado. Si la humedad inicial del alimento es más baja que la humedad critica, quedará claro que la etapa de la velocidad de secado constante no tendrá lugar, la propagación interna del agua hasta la superficie del producto no tiene la capacidad de reestablecer todo el líquido evaporado, por lo que es muy difícil que este se sature. En realidad, el periodo de velocidad constante de secado se enfoca en la deshidratación del agua libre del alimento, de ahí viene la importancia en conocer la actividad del agua del alimento para condiciones de operación dadas (isotermas de sorción).

El periodo de velocidad de secado decreciente comienza cuando la velocidad de migración del agua desde la parte interna del producto hasta su superficie disminuye en relación a la velocidad de evaporación del agua, conduciendo a una progresiva desecación de la superficie del alimento. De forma paralela, la temperatura

superficial sufre un aumento como resultado del desequilibrio que existe entre la cantidad de agua que se evapora y el calor una vez se seca la superficie del sólido, se inicia el segundo subtramo de este periodo, que se caracteriza por el progresivo desplazamiento del frente o plano de evaporación del agua desde la superficie hacia el centro de producto como conforme avanza el secado. suministrado. En suma, en estas condiciones predomina la transmisión de calor sobre la transferencia de materia. El tramo que se considera presenta un punto de inflexión cuando la superficie es secada por completo, momento en el cual alcanza la temperatura del bulbo seco del aire. Completando así su primer sub tramo de la velocidad de secado decreciente, que es controlado por la difusión interna del agua, a diferencia de lo que sucedió en periodo anterior, donde el control estuvo a cargo del gradiente de temperatura, a costa de difusión externa del vapor de agua.

En este caso, la operación está controlada por la difusión interna del vapor de agua. El secado se da por terminado cuando la humedad del alimento se aproxima a su contenido de humedad en equilibrio, mínimo valor posible para unas condiciones dadas del aire. No todos los alimentos dan lugar a los subperiodos mencionados. Así, los no higroscópicos solo manifiestan uno, con una definición muy nítida de su humedad critica, en tanto los higroscópicos se ajustan a los dos subtramos expuestos para el periodo de velocidad de secado decreciente, con las peculiaridades propias de cada caso.

En términos generales, se puede realizar la afirmación sobre que la principal variable que se debe controlar en el periodo de velocidad de secado decreciente es, la temperatura del aire siempre al margen del espesor de la pieza. Teniendo en cuenta que la difusión se realiza internamente, la influencia que tiene la velocidad de circulación del aire pasa a un plano secundario. Por otra parte, durante esta etapa baja la transferencia de materia, esto debido a una baja presión del vapor del remanente de agua (aw) y a la resistencia que tiene el propio alimento frente a la difusión interna. Y si a esto añadimos que se trata del periodo con mayor duración y en el que menor cantidad de agua se ha eliminado, parece claro que no conviene operar con elevada temperatura; siendo esta fase la que presenta un riego muy alto de alteración de las propiedades del alimento por sobre calefacción. Otra posibilidad es la de llevar a cabo todo el proceso en conjunto de forma escalonada, en etapas, disminuyendo de manera gradual la temperatura del aire. Francisco Rodríguez (2002)

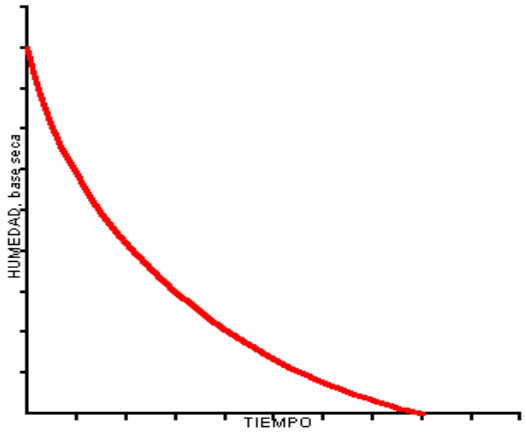
2.2.2.1 Periodo de velocidad constante

Durante el periodo de secado de velocidad constante, los fenómenos de transporte que tienen lugar son la transferencia de materia de vapor de agua hacia el medio ambiente desde la superficie del producto a través de una película de aire que rodea el material y la transferencia de calor a través del sólido. Mientras dura el proceso de secado, la superficie del material permanece saturada de agua, ya que la velocidad de movimiento del agua desde el

interior del sólido es suficiente para compensar el agua evaporada en la superficie.

FIGURA 16.

Curva de deshidratación contenido de humedad vs tiempo



En la figura 16 el periodo de velocidad constante corresponde a la porción BC, que corresponde a un modelo lineal:

$Y = A + B\,x$

$W = Wo - B.\,t$

$$\frac{dW}{dt} = |-B|$$

La magnitud de la velocidad de secado (dWdt), constante depende del coeficiente de transferencia de calor y el coeficiente de transferencia de masa, del área expuesta al medio secante y de la diferencia de temperatura o humedad entre el aire y la superficie húmeda del alimento; el mecanismo del flujo interno no afecta la velocidad constante:

$$\frac{dW}{dt} = \frac{h \cdot A \cdot (T_a - T_w)}{\lambda} = |-B|$$

Donde:

h = Coeficiente de transferencia de calor

A = Área de transferencia de calor

Ta = Temperatura del aire

Tw = Temperatura de la superficie del alimento mojado que es igual a la temperatura del bulbo húmedo.

λ = calor latente de vaporización del agua a la temperatura Tw

De donde:

$$h = |-B| \cdot \left[\frac{L}{A \cdot (T_a - T_w)} \right]$$

De igual forma según HELDMAN:

$$\frac{dW}{dt} = Kg \cdot A \cdot (H_w - H_a) = |-B|$$

De la cual podemos calcular

$$Kg = \frac{|-B|}{A \cdot (H_w - H_a)}$$

Donde:

Kg = Coeficiente de transferencia de masa que describe la transferencia de humedad del alimento al aire

Hw = Humedad del aire a condiciones de temperatura de bulbo húmedo

Ha = Humedad del aire a condiciones de temperatura de bulbo seco

Aguado José (1999)

2.2.2.2 Periodo de velocidad decreciente

Esta fase ocurre cuando se ha evaporado el agua de la superficie del producto y depende principalmente de la "velocidad de difusión" del agua desde las partes internas a las partes externas de éste. La velocidad de difusión depende del tipo de materia prima y de su espesor.

En este periodo, a medida que avanza la Deshidratación se hace más difícil el paso del agua desde las partes internas, debido al engrosamiento de la parte exterior del producto dando como resultado un periodo de velocidad decreciente variable.

Cuando la difusión del líquido controla el periodo de velocidad decreciente se emplea la ecuación de Sherwood y Newman.

$$\frac{W - W_e}{W_o - W_e} = \frac{8}{\pi^2} \cdot \left[e^{-D \cdot t \cdot \left(\frac{\pi}{2L}\right)^2} + \frac{1}{9} \cdot \left[e^{-9 \cdot D \cdot t \cdot \left(\frac{\pi}{2L}\right)^2} \right] \ldots + \frac{1}{25} \cdot \left[e^{-25 \cdot D \cdot t \cdot \left(\frac{\pi}{2 \cdot L}\right)^2} \right] + \ldots\ldots\ldots\ldots \right]$$

Donde:

D = Difusividad del líquido en metros cuadrados por hora

L = Mitad del espesor de la Capa sólida a través de la cual se difunde el líquido, en metros. Cuando la evaporación tiene lugar solamente desde una superficie,

L = espesor total de la capa del sólido.

La ecuación anterior se dedujo suponiendo que D es constante. Sin embargo, esto sucede pocas veces y se ha visto que D varía con el contenido de humedad del sólido, con la temperatura y con la humedad en la atmósfera o gas. Por consiguiente, al usar la ecuación anterior, deberá conocerse la base para el valor de difusividad dada.

Van Arsdel desarrollo un método grafico para tener en cuenta la variación de D con el contenido de humedad al secar sólidos hidrofilicos hasta bajos contenidos de humedad.

Cuando el tiempo es grande se tiene una formula límite de la ecuación de Newman como sigue:

$$\frac{W - W_e}{W_o - W_e} = \frac{8}{\pi^2} \cdot \left[e^{-D \cdot t \cdot \left(\frac{\pi}{2L} \right)^2} \right]$$

$$y = e^{B \cdot t}$$

$$B = -D \cdot \left(\frac{\pi}{2 \cdot L} \right)^2$$

$$D = |-B| \cdot \left(\frac{2 \cdot L}{\pi} \right)^2$$

Aguado José (1999)

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Mandarina

Fruto del mandarino, árbol de la familia de las *rutáceas* muy similar al naranjo, aunque algo más pequeño y delicado. La pulpa de este fruto está formada por un gran número de vesículas que están llenas de jugo. Su tamaño pequeño, sabor aromático, así como la facilidad de pelarla, la hacen una fruta muy apreciada InfoAlimenta (2018).

2.3.2 Deshidratación de alimentos

La deshidratación es un procedimiento de conservación de alimentos que, al eliminar la totalidad del **a**gua libre de este, impide la actividad microbiana **y** reduce la actividad enzimática. CEUPE (2018)

2.3.3 Temperatura de bulbo seco

Temperatura de bulbo seco o temperatura seca es la medida con un termómetro convencional de mercurio o similar cuyo bulbo se encuentra seco. (Lomas Esteban María 2008).

2.3.4 Temperatura de bulbo húmedo.

Es un termómetro de mercurio donde su bulbo está envuelto en un paño de algodón esta empapado de agua. Al proporcionarle una corriente de aire, el agua se evapora más o menos rápidamente dependiendo de la humedad relativa del ambiente, enfriándose más cuanto menor sea ésta, debido al calor latente de evaporación del agua (Lomas Esteban María, 2008).

2.3.5 Humedad relativa

La humedad relativa es la relación en porcentaje entre el vapor de agua contenida en el aire y la que se necesitaría contener para poder saturarse a una idéntica temperatura (Lomas Esteban María, 2008).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales

Materia Prima

- Gajos de mandarina

Equipos y materiales de laboratorio

- Secador artificial
- Cuchillos de acero inoxidable
- Bandejas de plástico de 10 x 20 cm
- Coladeras de plástico
- Balanza de precisión
- Higrómetro digital marca BOECO
- Termómetros digital Marca C.E.

3.2 Método para la deshidratación de la mandarina

3.2.1 Recepción de la materia prima

Las mandarinas fueron adquiridas en el mercado de la provincia de Pisco, departamento de Ica.

Una vez recepcionada la materia prima inmediatamente se pesó y se realizó el control de frescura, separando aquellos en mal estado o que no tengan el punto adecuado de maduración.

Figura 17.

Pesado de la mandarina



Fuente: Elaboración Propia

3.2.2 Seleccionado

Se realizó en forma manual y visual, con la finalidad de utilizar las mandarinas con la madurez adecuada**.**

3.2.3 Operaciones preliminares

Las mandarinas fueron peladas manualmente, eliminado la parte blanca, y se separó en gajos se seleccionaron por tamaños buscando uniformidad, se midió el pH estando en 3.8 y los sólidos disueltos en 10 ^{o}Brix.

FIGURA 18.

Mandarina en gajos



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 19.

Control de pH de la mandarina



Fuente: Elaboración Propia

3.2.4 Escaldado

Es un tratamiento térmico que consiste en someter al alimento a temperaturas elevadas durante un periodo determinado de tiempo, el cual estará en función del tipo, estado de madurez y tamaño del producto, para luego enfriarlo rápidamente.

El escaldado se realizó 90°C por 5 minutos

3.2.5 Pesado

Se realiza el pesado de los gajos de mandarina para determinar el rendimiento y se pesaron muestras para el control de pérdida de peso

3.2.6 Secado

Una vez pesadas las muestras son llevadas al secador artificial, al cual previamente se le han regulado las temperaturas de

procesamiento a 50°C, 60°C y 70 ° C para cada una de las variedades de mandarinas utilizadas.

3.2.7 Empacado

Finalizado la operación de secado se empacan las mandarinas deshidratadas en bolsas flexibles de plástico de 150 g. de capacidad y se sellan.

FIGURA 20.

Mandarina deshidratada empacada en bolsa de plástico

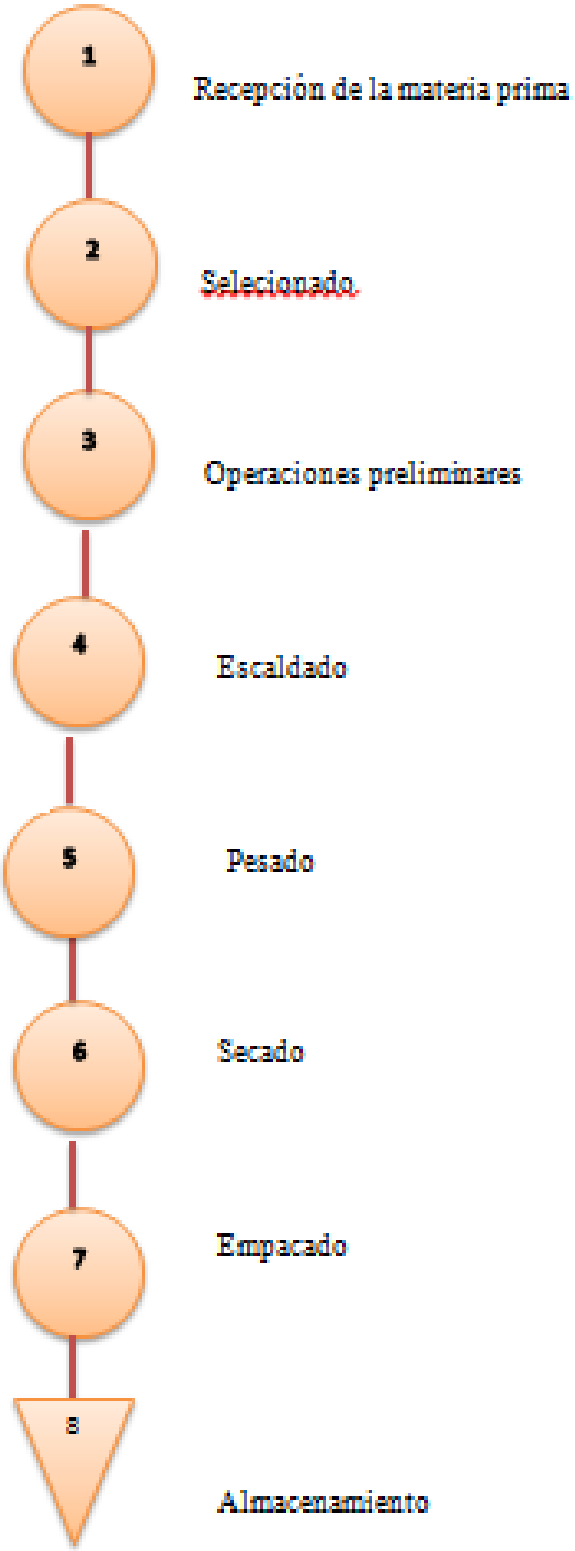


Fuente: Elaboración Propia

3.2.8 Almacenamiento

Se almacenada en un lugar fresco

3.3 Diagrama de flujo de la deshidratación de la mandarina



IV. RESULTADOS

4.1 Resultados de la deshidratación de la mandarina a las temperaturas de 50°C, 60°C y 70°C.

4.1.1 Datos experimentales y gráficas para el deshidratado de la mandarina a 50 °C.

En la tabla 2 se presentan los datos experimentales obtenidos de la prueba de deshidratación para la mandarina a la temperatura de 50°C, el tiempo se representa en minutos, el contenido de humedad en g de agua/g.m.s y velocidad de secado en g de agua/g.m.s.mi y en las figuras 21 y 22 los gráficos tiempo vs contenido de humedad y velocidad de secado vs tiempo.

Tabla 2

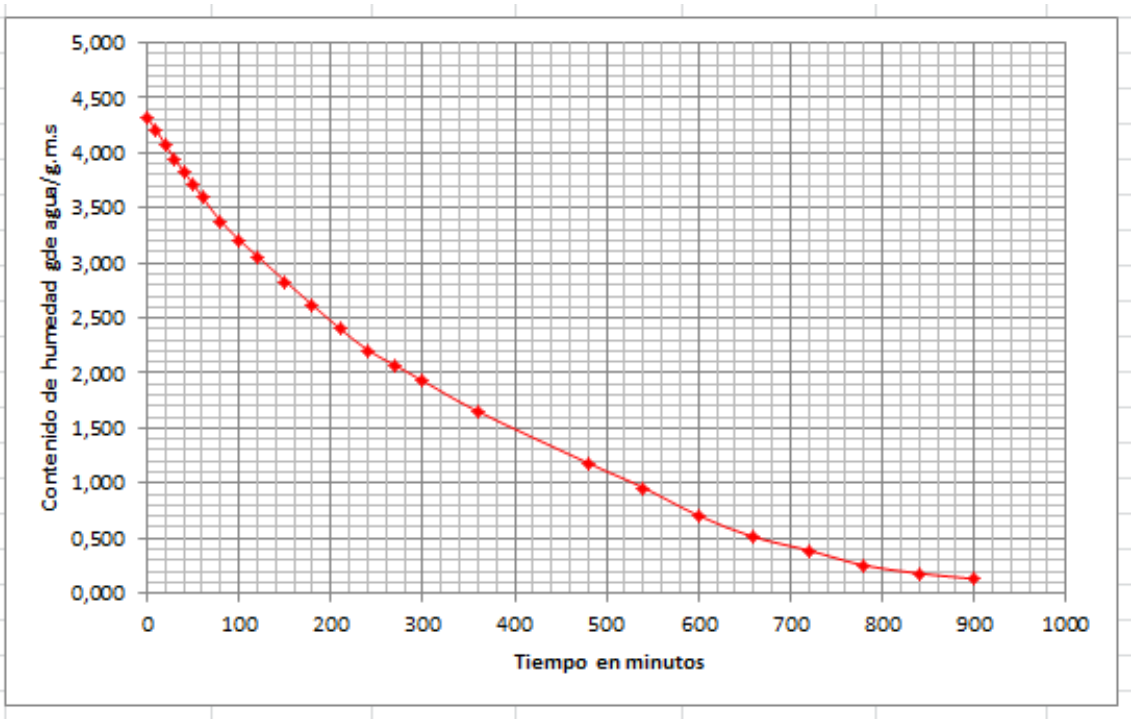
Contenido de humedad, y velocidad de secado para la mandarina deshidratado a 50°C

Tiempo (min)	Contenido de humedad (g de agua/ g.m.s)	Velocidad de secado (g de agua/g.m.s.min)
0	4,319	0,0000
10	4,205	0,0114
20	4,070	0,0125
30	3,947	0,0124
40	3,826	0,0123
50	3,720	0,0120
60	3,599	0,0120
80	3,383	0,0117
100	3,211	0,0111
120	3,061	0,0105
150	2,837	0,0099
180	2,618	0,0095
210	2,404	0,0091
240	2,210	0,0088
270	2,070	0,0083
300	1,930	0,0080
360	1,653	0,0074
480	1,183	0,0065
540	0,960	0,0062
600	0,706	0,0060
660	0,512	0,0058

720	0,392	0,0055
780	0,254	0,0052
840	0,182	0,0049
900	0,132	0,0047

Figura 21.

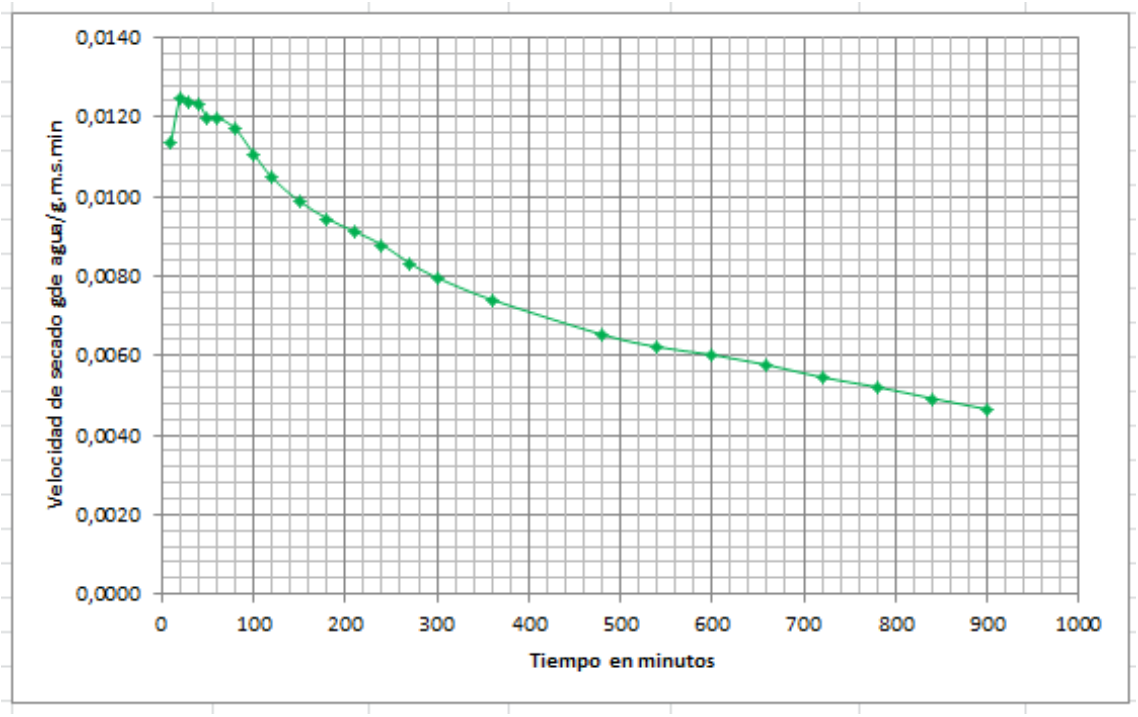
Grafica contenido de humedad vs tiempo a la temperatura de 50° C para la mandarina



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 22.

Grafica velocidad de secado vs tiempo a la temperatura de 50° C para la mandarina



Fuente: Elaboración Propia

4.1.2 Datos experimentales y gráficas para el deshidratado de la mandarina a 60 °C.

En la tabla 3 se presentan los datos experimentales obtenidos de la prueba de deshidratación de la mandarina a la temperatura de 60°C, el tiempo se representa en minutos, el contenido de humedad en g de agua/g.m.s y velocidad de secado en g de agua/g.m.s.mi y en las figuras 23 y 24 se presentan los gráficos tiempo vs contenido de humedad y velocidad de secado vs tiempo.

Tabla 3

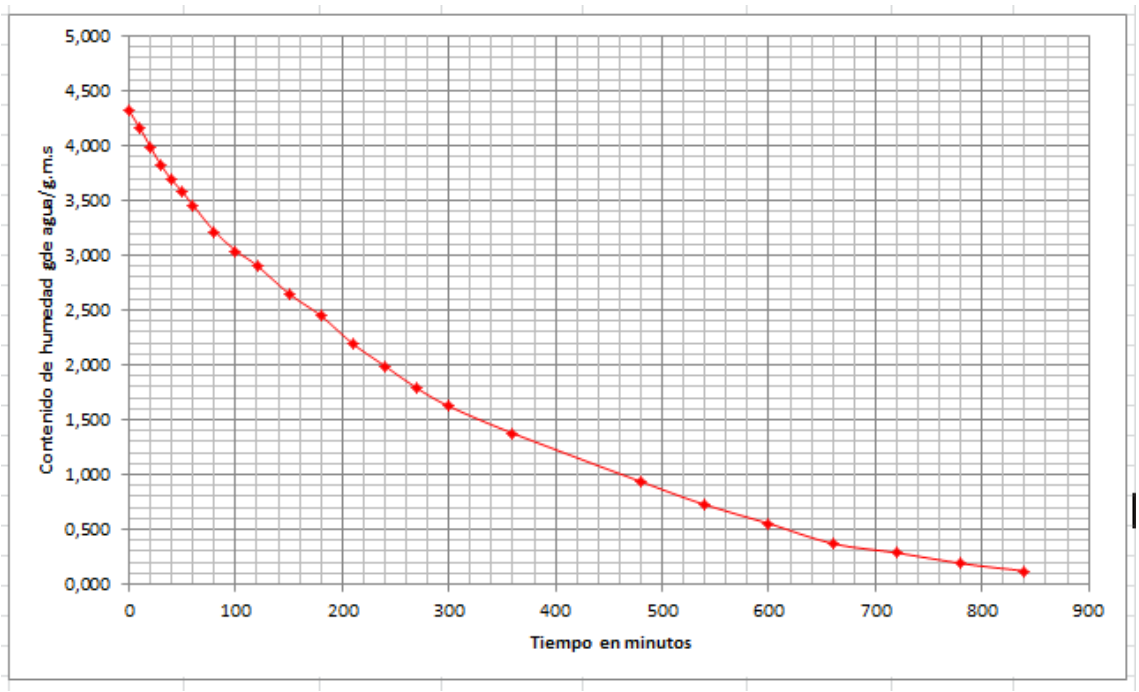
Contenido de humedad, porcentaje de humedad y velocidad de secado para la mandarina deshidratado a 60°C

Tiempo (min)	Contenido de humedad (g de agua/ g.m.s)	Velocidad de secado (g de agua/g.m.s.min)
0	4,319	0,0000

10	4,163	0,0156
20	3,990	0,0165
30	3,821	0,0166
40	3,690	0,0157
50	3,580	0,0148
60	3,457	0,0144
80	3,220	0,0137
100	3,043	0,0128
120	2,907	0,0118
150	2,650	0,0111
180	2,448	0,0104
210	2,191	0,0101
240	1,990	0,0097
270	1,788	0,0094
300	1,623	0,0090
360	1,376	0,0082
480	0,935	0,0071
540	0,724	0,0067
600	0,553	0,0063
660	0,369	0,0060
720	0,285	0,0056
780	0,189	0,0053
840	0,119	0,0050

FIGURA 23.

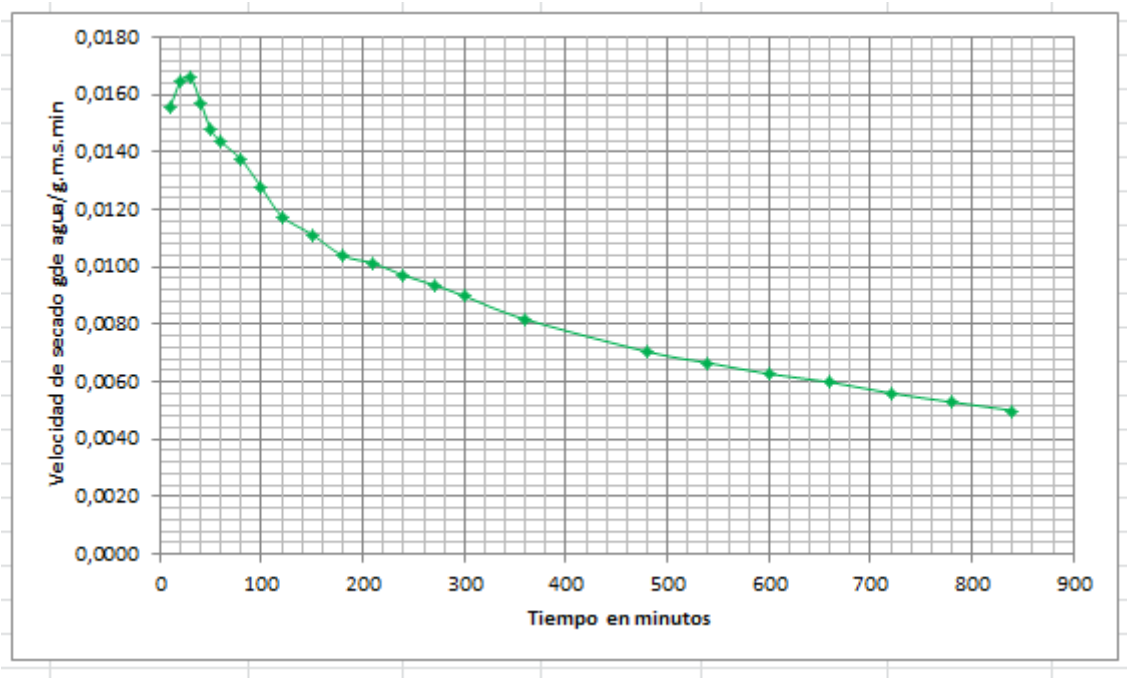
Grafica contenido de humedad vs tiempo a la temperatura de 60° C para la mandarina



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 24.

Grafica velocidad de secado vs tiempo a la temperatura de 60° C para la mandarina



Fuente: Elaboración Propia

4.1.3 Datos experimentales y gráficas para el deshidratado de la mandarina a 70 °C.

En la tabla 4 se presentan los datos experimentales obtenidos de la prueba de deshidratación de la mandarina a la temperatura de 70°C, el tiempo se representa en minutos, el contenido de humedad en g de agua/g.m.s y velocidad de secado en g de agua/g.m.s.mi y en las figuras 25 y 26, los gráficos tiempo vs contenido de humedad y velocidad de secado vs tiempo.

Tabla 4

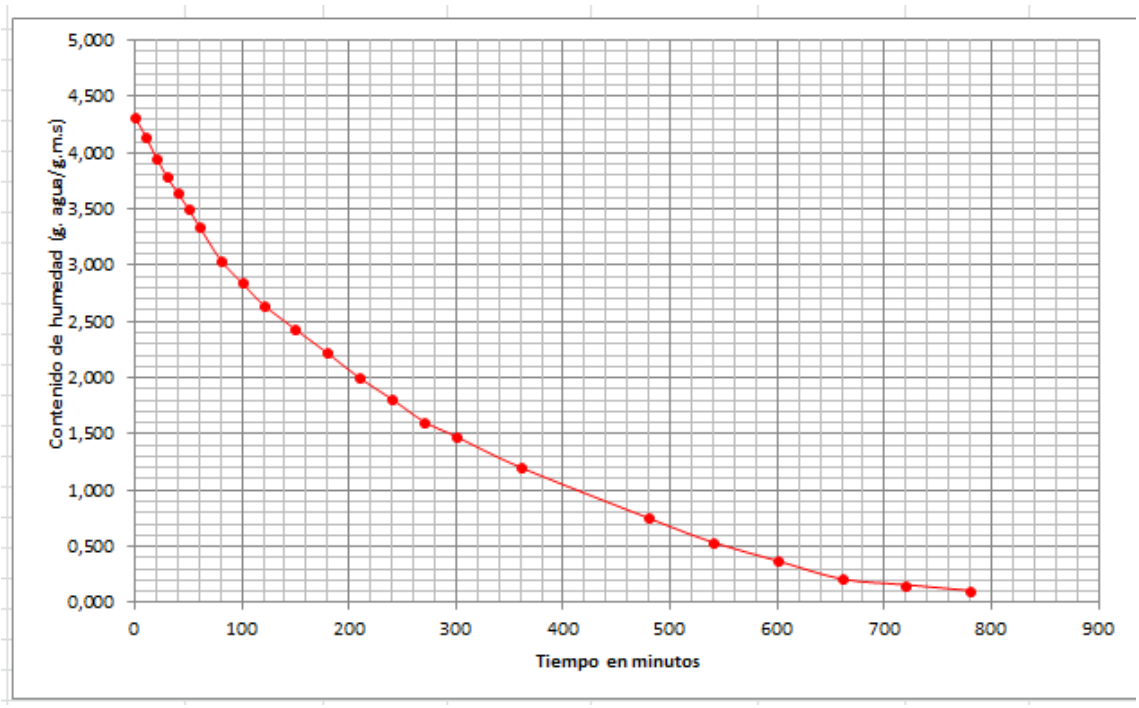
Contenido de humedad, porcentaje de humedad y velocidad de secado para la mandarina deshidratado a 70°C

Tiempo (min)	Contenido de humedad (g de agua/ g.m.s)	Velocidad de secado (g de agua/g.m.s.min)
0	4,319	0

10	4,147	0,0172
20	3,958	0,0181
30	3,786	0,0178
40	3,644	0,0169
50	3,501	0,0164
60	3,348	0,0162
80	3,047	0,0159
100	2,844	0,0148
120	2,649	0,0139
150	2,428	0,0126
180	2,219	0,0117
210	1,996	0,0111
240	1,810	0,0105
270	1,609	0,0100
300	1,478	0,0095
360	1,204	0,0087
480	0,751	0,0074
540	0,536	0,0070
600	0,372	0,0066
660	0,211	0,0062
720	0,159	0,0058
780	0,108	0,0054

FIGURA 25.

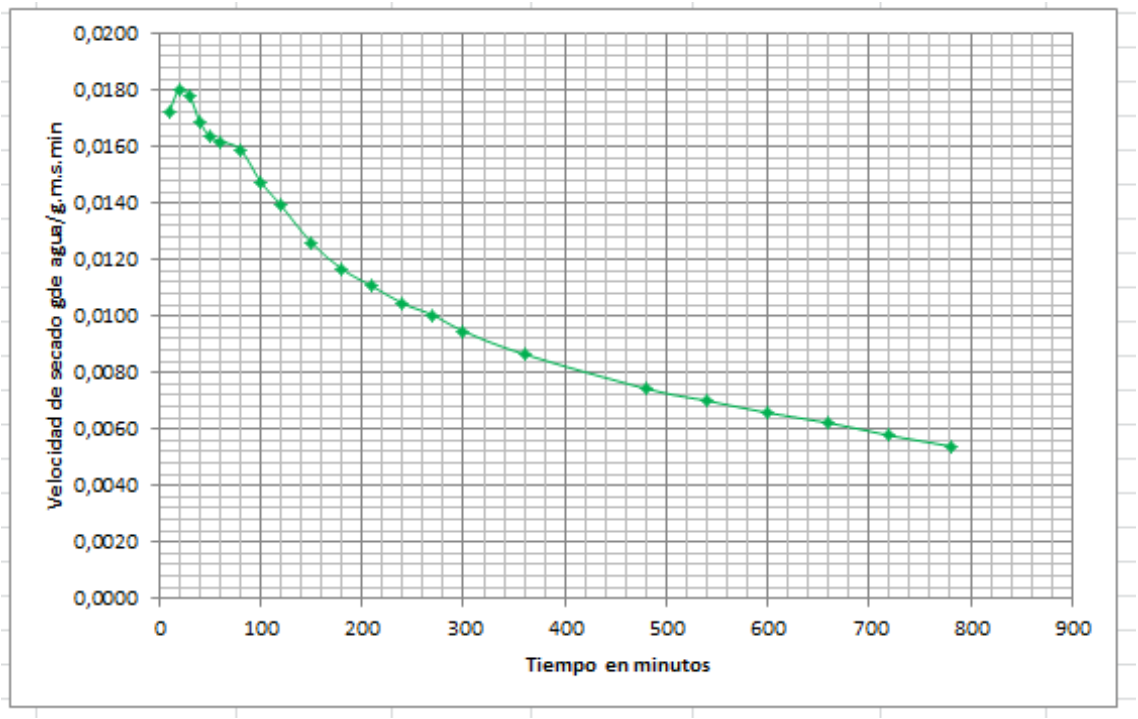
Grafica contenido de humedad vs tiempo a la temperatura de 70° C para la mandarina



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 26.

Grafica velocidad de secado vs tiempo a la temperatura de 70° C para la mandarina



Fuente: Elaboración Propia

4.1.4 Curvas de deshidratación para la mandarina a las temperaturas de 50°C, 60°C y 70°C.

En la tabla 5 se presenta los contenidos de humedad (g de agua/ g. de masa seca) a diferentes intervalos de tiempo para las temperaturas de 50°C, 60°c y 70°C y en la figura 27 las gráficas del contenido de humedad vs tiempo para las temperaturas de 50°C, 60°C y 70°C

Tabla 5

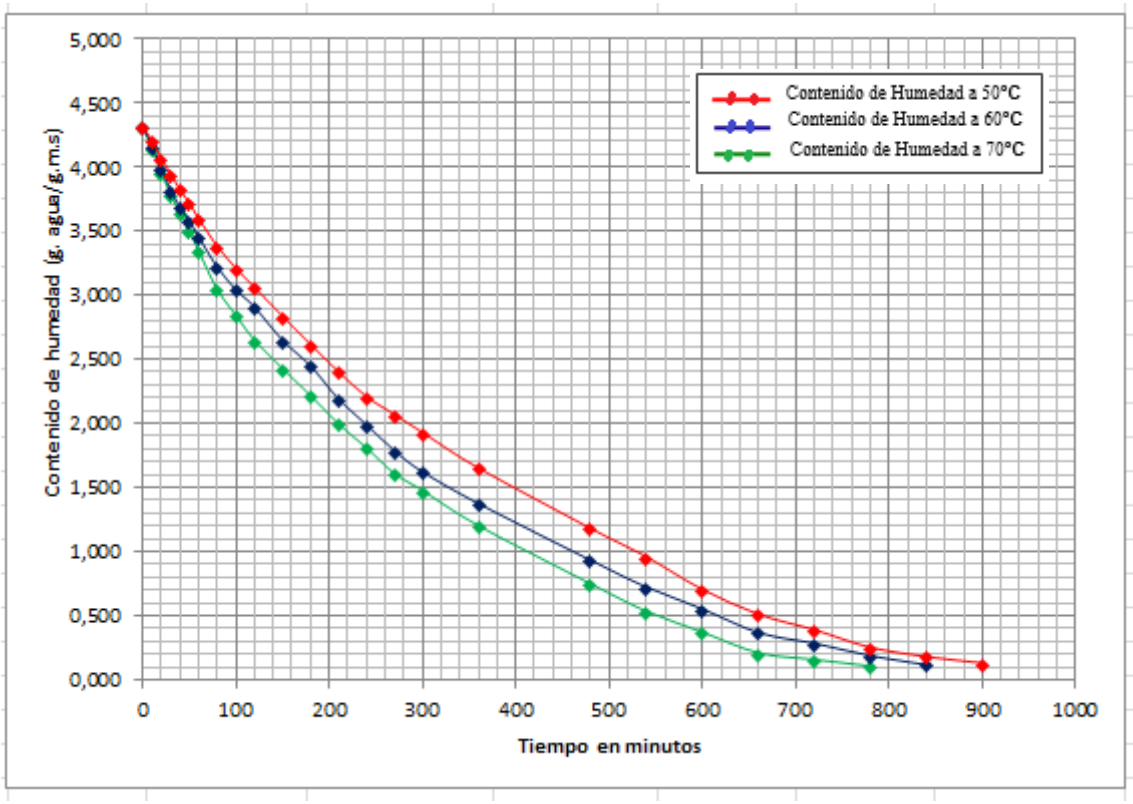
Contenido de humedad a diferentes temperaturas para la mandarina

Tiempo (min)	Contenido de humedad g de agua/g.m.s 50°C	60°	70°C
0	4,319	4,319	4,319
10	4,205	4,163	4,147
20	4,070	3,990	3,958
30	3,947	3,821	3,786

40	3,826	3,690	3,644
50	3,720	3,580	3,501
60	3,599	3,457	3,348
80	3,383	3,220	3,047
100	3,211	3,043	2,844
120	3,061	2,907	2,649
150	2,837	2,650	2,428
180	2,618	2,448	2,219
210	2,404	2,191	1,996
240	2,210	1,990	1,810
270	2,070	1,788	1,609
300	1,930	1,623	1,478
360	1,653	1,376	1,204
480	1,183	0,935	0,751
540	0,960	0,724	0,536
600	0,706	0,553	0,372
660	0,512	0,369	0,211
720	0,392	0,285	0,159
780	0,254	0,189	0,108
840	0,182	0,119	
900	0,132		

FIGURA 27.

Curvas de deshidratación para la mandarina a las temperaturas de 50°C, 60°C y 70°C.



Fuente: Elaboración Propia

4.1.5 Curva de velocidad de secado para la mandarina a las temperaturas de 50°C, 60° y 70°C

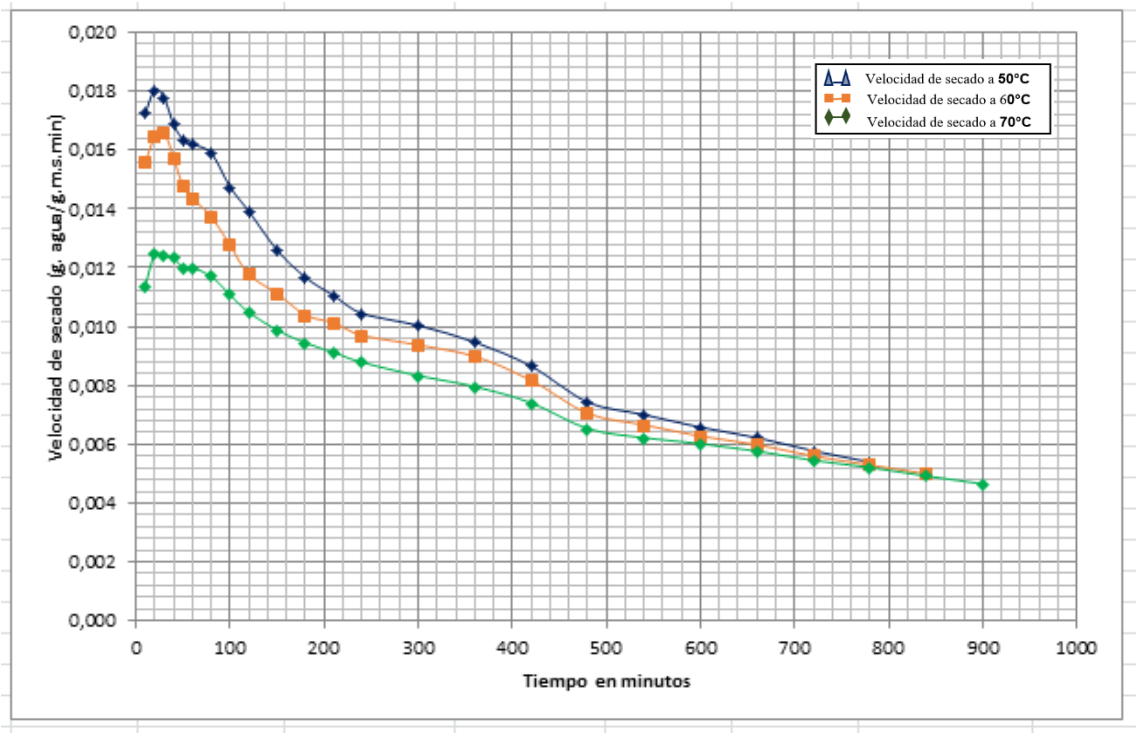
En la tabla 6 se presenta la velocidad de secado (g de agua/ g. de masa seca min) para las temperaturas de 50°C, 60°C y 70°C y en la figura 28 las gráficas de la velocidad vs tiempo para las temperaturas de 50°C, 60°C y 70°C

Tabla 6
Velocidad de secado a diferentes temperaturas (50°C, 60°C y 70°C) para la mandarina

Tiempo	Velocidad de secado g de agua/g.m.s.min		
(min)	70°C	60°C	50°C
10	0,0172	0,0156	0,0114
20	0,0181	0,0165	0,0125
30	0,0178	0,0166	0,0124
40	0,0169	0,0157	0,0123
50	0,0164	0,0148	0,0120
60	0,0162	0,0144	0,0120
80	0,0159	0,0137	0,0117
100	0,0148	0,0128	0,0111
120	0,0139	0,0118	0,0105
150	0,0126	0,0111	0,0099
180	0,0117	0,0104	0,0095
210	0,0111	0,0101	0,0091
240	0,0105	0,0097	0,0088
300	0,0100	0,0094	0,0083
360	0,0095	0,0090	0,0080
420	0,0087	0,0082	0,0074
480	0,0074	0,0071	0,0065
540	0,0070	0,0067	0,0062
600	0,0066	0,0063	0,0060
660	0,0062	0,0060	0,0058
720	0,0058	0,0056	0,0055
780	0,0054	0,0053	0,0052
840		0,0050	0,0049
900			0,0047

FIGURA 28.

Velocidades de deshidratación para la mandarina 50 ° C, 60°C y 70°C



Fuente: Elaboración Propia

4.1.6 Parámetros de la deshidratación de la mandarina

En la tabla 7 se presentan los parámetros de la deshidratación para la mandarina a las temperaturas de 50°C, 60°C y 70°C

Tabla 7
Parámetros de secado para la mandarina

	Muestras de mandarinas		
Parámetro	Muestra 101	Muestra 303	Muestra 202
Temperatura de bulbo seco	**50°C**	**60°C**	**70°C**
Humedad relativa (%)	40%	34%	27%
Contenido de humedad inicial (g de agua/g.m.s)	4,319	4,319	4.319
Contenido de humedad critica (g de agua/g.m.s)	3,211	3.220	3,348
Contenido de humedad de equilibrio (g de agua/g.m.s)	0,132	0,120	0,108
Velocidad constante	0,0113	0,0145	0,0161

(g de agua/g.m.s.min)			
Tiempo del periodo constante (min)	100	80	60
Tiempo total de secado en min.	900	840	780
Difusividad del líquido en m^2 / s	$7,973x10^{-10}$	$8,023x10^{-10}$	$9,354x10^{-10}$

4.1.7 Ecuaciones de los Modelos matemáticos de la deshidratación de la mandarina a las temperaturas de 50°C, 60°C y 70°C

En la tabla 8 se presentan las ecuaciones obtenidas de los modelos matemáticos para los periodos constante y decreciente a las temperaturas de 50°C, 60°C y 70°C.

Tabla 8
Ecuaciones de la deshidratación de la mandarina en el periodo constante y decreciente.

Periodos	Ecuaciones para el proceso de secado de la mandarina		
	50°C	**60°C**	**70°C**
Periodo constante	W = 4,297 - 0,0113.t	W = 4,294- 0,0145.t	W = 4,299 - 0,0161.t
Periodo decreciente	Ln(Xrs)= 0,287-0,0047.t	Ln(Xrs)= 0,2151-0,0048.t	Ln(Xrs)= 0,2406-0,0055.t

Donde:

$$Xrs = \frac{W - W_e}{W_o - We}$$

4.2 Resultados del análisis sensorial

En la tabla 9 se presenta el resultado de la evaluación sensorial realizado mediante encuesta utilizando la escala hedónica de 7 puntos

Tabla 9

Resultado de la evaluación sensorial realizada para la mandarina

JUECES	MUESTRAS CODIGO	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	PROMEDIO
1	101	5	4	4	4	4,25
	202	6	5	5	5	5,25
	303	6	7	6	6	6,25
2	101	4	5	5	4	4,50
	202	5	5	5	6	5,25
	303	6	6	6	5	5,75
3	101	5	4	4	5	4,50
	202	5	5	5	4	4,75
	303	5	6	6	6	5,75
4	101	4	5	4	4	4,25
	202	6	5	6	5	5,50
	303	6	6	6	6	6,00
5	101	4	5	4	5	4,50
	202	5	5	6	5	5,25
	303	6	6	6	6	6,00
6	101	5	4	4	5	4,50
	202	5	5	5	6	5,25
	303	6	6	5	6	5,75
7	101	4	4	5	4	4,25
	202	5	5	6	5	5,25
	303	6	6	6	5	5,75
8	101	4	4	5	4	4,25
	202	6	5	5	5	5,25
	303	5	5	6	6	5,50
9	101	4	4	5	4	4,25
	202	5	6	6	5	5,50
	303	6	5	6	6	5,75
10	101	4	4	4	4	4,00
	202	5	5	6	5	5,25
	303	6	6	6	5	5,75

Tabla 9

Resultado de la evaluación sensorial realizada para la mandarina

JUECES	MUESTRAS CODIGO	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	PROMEDIO
11	101	4	4	4	5	4,25
	202	5	5	5	4	4,75
	303	6	7	5	6	6,00
12	101	4	4	4	4	4,00
	202	6	5	5	5	5,25
	303	6	5	6	5	5,50
13	101	4	4	4	5	4,25
	202	4	4	5	5	4,50
	303	6	6	6	7	6,25
14	101	4	4	5	4	4,25
	202	5	5	6	5	5,25
	303	7	6	5	5	5,75
15	101	5	4	5	5	4,75
	202	6	6	6	5	5,75
	303	7	7	6	6	6,50
16	101	4	5	4	4	4,25
	202	5	5	6	5	5,25
	303	6	7	7	6	6,50
17	101	4	5	4	4	4,25
	202	6	5	5	5	5,25
	303	7	6	6	4	5,75
18	101	5	4	5	4	4,50
	202	6	5	5	5	5,25
	303	6	7	6	5	6,00
19	101	5	4	4	4	4,25
	202	5	5	6	5	5,25
	303	7	6	5	5	5,75
20	101	4	5	4	4	4,25
	202	4	5	5	5	4,75
	303	7	7	6	6	6,50

Tabla 9

Resultado de la evaluación sensorial realizada para la mandarina

JUECES	MUESTRAS CODIGO	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	PROMEDIO
21	101	4	5	4	5	4,50
	202	5	5	5	6	5,25
	303	6	6	6	6	6,00
22	101	4	5	4	4	4,25
	202	5	4	5	5	4,75
	303	7	6	7	6	6,50
23	101	4	5	6	4	4,75
	202	5	5	5	5	5,00
	303	6	6	7	7	6,50
24	101	4	4	6	5	4,75
	202	6	4	5	5	5,00
	303	6	7	7	6	6,50
25	101	4	4	5	5	4,50
	202	5	4	5	5	4,75
	303	6	5	7	7	6,25
26	101	4	4	5	5	4,50
	202	5	5	4	5	4,75
	303	6	6	7	6	6,25
27	101	4	5	4	5	4,50
	202	5	5	5	6	5,25
	303	6	6	7	6	6,25
28	101	4	4	5	4	4,25
	202	4	5	6	6	5,25
	303	7	6	7	6	6,50
29	101	5	4	5	4	4,50
	202	5	6	5	5	5,25
	303	7	6	6	6	6,25
30	101	4	4	5	6	4,75
	202	5	5	5	5	5,00
	303	6	7	7	6	6,50

4.2.1 Resultados de la prueba de Fisher

Para la prueba de Fisher se plantearon las siguientes hipótesis:

H_o : Todas las muestras tienen el mismo efecto

H_1 : Al menos una muestra tiene efecto diferente.

H_o : Las puntuaciones del análisis sensorial de los jueces son iguales

H_1 : Las puntuaciones del análisis sensorial de los jueces son diferentes

El nivel de significación elegido fue:

$\alpha = 0.05$

El resultado de la prueba de Fischer se presenta en la tabla

Tabla 10
ANOVA para la prueba de bloques completamente al azar (D.B.C.A)

Fuente de variabilidad	S.C.	G.L	C.M	Fc	Ftabla
Tratamientos	42,237	2	21,119	284,589	3,156
Jueces	2,215	29	0,075	1,029	1,663
Residuo	4,304	58	0,074		
Total	42,756	89			

De la prueba de Fisher se concluye que:

Para las muestras de mandarina deshidratada

Dado que Fc = 284,589 > F tabla = 3,156 se rechaza Ho y se concluye que existe diferencia significativa entre las tres muestras de mandarina deshidratada analizadas

Para los jueces

Dado que Fc = 1,029 < F tabla 1,663 se acepta Ho y se concluye que no existe diferencia significativa entre las puntuaciones de los jueces.

Por lo tanto, se debe realizar una prueba puntual para identificar las muestras que son diferentes:

4.2.2 Prueba de Duncan

Las hipótesis planteadas para la prueba de Duncan fueron:

$Ho: \quad {}^{x}M101 = {}^{x}M202$

$H_1: \quad {}^{x}M101 \neq {}^{x}M202$

$Ho: \quad {}^{x}M101 = {}^{x}M303$

$H_1: \quad {}^{x}M101 \neq {}^{x}M303$

$Ho: \quad {}^{x}M202 = {}^{x}M303$

$H_1: \quad {}^{x}M202 \neq {}^{x}M303$

Nivel de significación

$\alpha = 0.05$

Desviación estándar de los promedios

$$\delta x := \sqrt{\frac{CM_{Residuo}}{r}} \qquad \delta x = 0.05$$

Valores tabulares de amplitud AES(D) y ALS(D)

	Valores	de p
	2	3
AES(D)	2,866	3,016
	0,05	
ALS(D)	0,143	0,151

Ordenando los promedios de las muestras

I	II	III
4,383	5,133	6,058
M_{101}	M_{202}	M_{303}

Las comparaciones y decisión de la prueba fueron;

Comparaciones	Diferencias	Als (d)	Decisión
III - I	6,058- 4,383 = 1,675	0,151	Se rechaza
III - II	6,058– 5.133 = 0.925	0.143	Se rechaza
II - I	5.133– 4.383 = 0.750	0.143	Se rechaza

De los resultados de la prueba de Duncan se concluye que existe diferencia entre las comparaciones de las tres muestras

Para determinar estadísticamente que muestra de mandarina deshidratada tuvo mayor aceptación se aplicara una prueba de medias entre las muestras 202 y 303 que obtuvieron los mayores puntajes.

4.2.3 Prueba de medias

La hipótesis planteada para la prueba de media fue:

$H_0 : \mu_{M303} = \mu_{M202}$

$H_1 : \mu_{M303} > \mu_{M202}$

Nivel de significación

$\alpha = 0.05$

Estadístico de prueba

$$T = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{Var_c}{n_1} + \frac{Var_c}{n_2}}} \qquad n_1 := 30 \qquad n_2 := 30$$

$$Var_c := \frac{(30 - 1)\cdot varianza_{M3} + (30 - 1)\cdot varianza_{M2}}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$Var_c = 0.091$$

ES = Error Standar

$$ES := \sqrt{\frac{Var_c}{n_1} + \frac{Var_c}{n_2}} \qquad ES = 0.078$$

$$t_k := \frac{mean(M303) - mean(M202)}{ES} \qquad t_k = 11.849$$

Valor del criterio

$T_{tabla} = 2.001$

Decisión

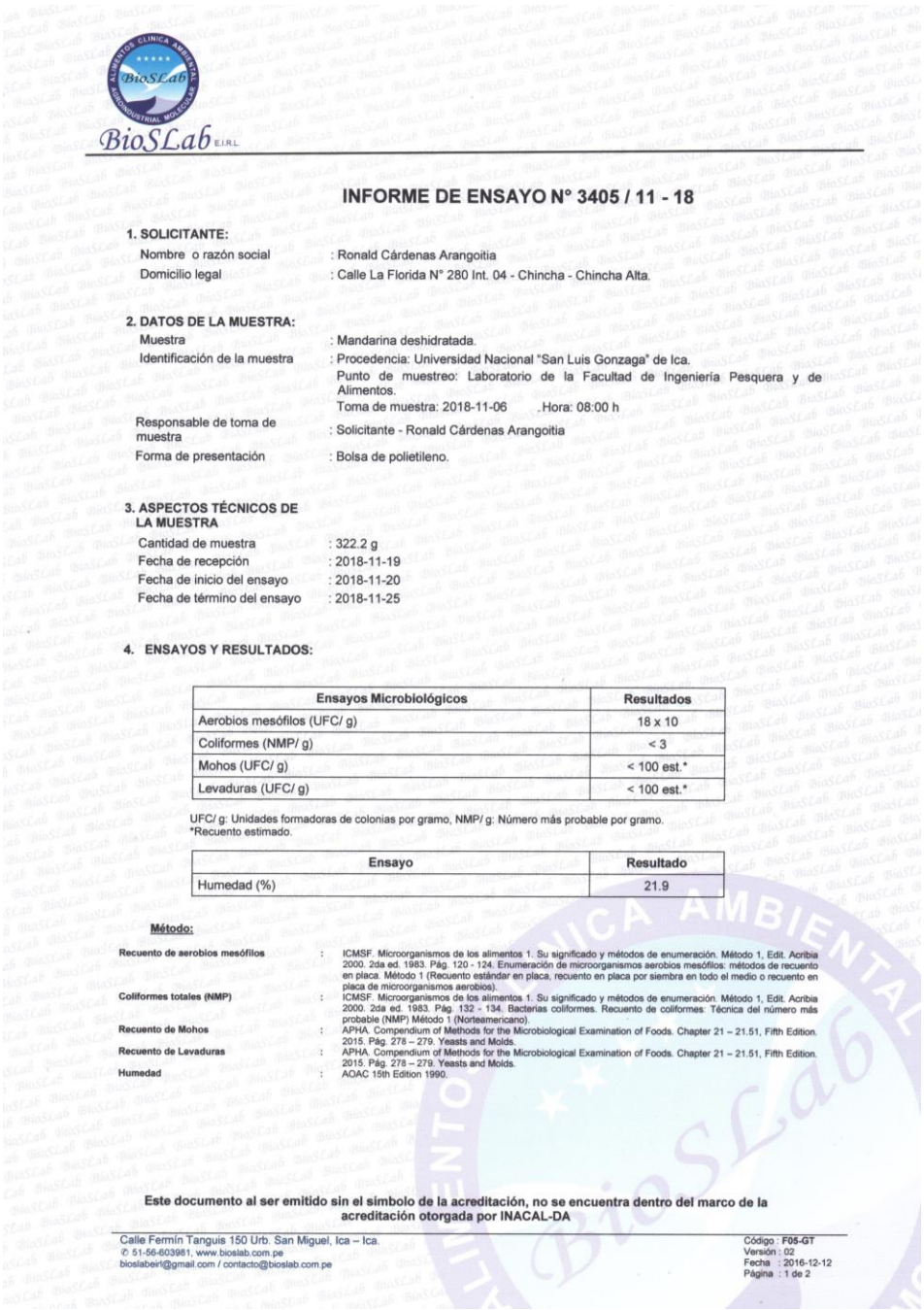
Dado que Tk = 11.849>T_{tabla} = 2,001 Se rechaza Ho

De los resultados del análisis sensorial se concluye que la Muestra 303 tiene mayor aceptación que las muestra 202 y 101

4.3 Resultados del análisis microbiológico

FIGURA 29.

Informe de Análisis Microbiológico (página 1 de 2)



BioSLab E.I.R.L.

INFORME DE ENSAYO N° 3405 / 11 - 18

1. SOLICITANTE:

Nombre o razón social : Ronald Cárdenas Arangoitia
Domicilio legal : Calle La Florida N° 280 Int. 04 - Chincha - Chincha Alta.

2. DATOS DE LA MUESTRA:

Muestra : Mandarina deshidratada.
Identificación de la muestra : Procedencia: Universidad Nacional "San Luis Gonzaga" de Ica.
Punto de muestreo: Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos.
Toma de muestra: 2018-11-06 .Hora: 08:00 h
Responsable de toma de muestra : Solicitante - Ronald Cárdenas Arangoitia
Forma de presentación : Bolsa de polietileno.

3. ASPECTOS TÉCNICOS DE LA MUESTRA

Cantidad de muestra : 322.2 g
Fecha de recepción : 2018-11-19
Fecha de inicio del ensayo : 2018-11-20
Fecha de término del ensayo : 2018-11-25

4. ENSAYOS Y RESULTADOS:

Ensayos Microbiológicos	Resultados
Aerobios mesófilos (UFC/ g)	18 x 10
Coliformes (NMP/ g)	< 3
Mohos (UFC/ g)	< 100 est.*
Levaduras (UFC/ g)	< 100 est.*

UFC/ g: Unidades formadoras de colonias por gramo, NMP/ g: Número más probable por gramo.
*Recuento estimado.

Ensayo	Resultado
Humedad (%)	21.9

Método:

Recuento de aerobios mesófilos : ICMSF. Microorganismos de los alimentos 1. Su significado y métodos de enumeración. Método 1, Edit. Acribia 2000. 2da ed. 1983. Pág. 120 - 124. Enumeración de microorganismos aerobios mesófilos: métodos de recuento en placa. Método 1 (Recuento estándar en placa, recuento en placa por siembra en todo el medio o recuento en placa de microorganismos aerobios).

Coliformes totales (NMP) : ICMSF. Microorganismos de los alimentos 1. Su significado y métodos de enumeración. Método 1, Edit. Acribia 2000. 2da ed. 1983. Pág. 132 - 134. Bacterias coliformes. Recuento de coliformes: Técnica del número más probable (NMP) Método 1 (Norteamericano).

Recuento de Mohos : APHA. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. Chapter 21 – 21.51, Fifth Edition. 2015. Pág. 278 – 279. Yeasts and Molds.

Recuento de Levaduras : APHA. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. Chapter 21 – 21.51, Fifth Edition. 2015. Pág. 278 – 279. Yeasts and Molds.

Humedad : AOAC 15th Edition 1990.

Este documento al ser emitido sin el símbolo de la acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA

Calle Fermín Tanguis 150 Urb. San Miguel, Ica – Ica.
✆ 51-56-603981, www.bioslab.com.pe
bioslabeirl@gmail.com / contacto@bioslab.com.pe

Código : F05-GT
Versión : 02
Fecha : 2016-12-12
Página : 1 de 2

Fuente: Laboratorio BiosLab

FIGURA 29.

Informe de Análisis Microbiológico (página 2 de 2)



BioSLab E.I.R.L.

INFORME DE ENSAYO N° 3405 / 11 - 18

5. OBSERVACIONES:

- Prohibida la reproducción total y parcial de este informe, sin la autorización de BioSLab E.I.R.L.
- Los resultados corresponden a las muestras analizadas y no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- La adulteración o uso indebido del presente informe constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.

Fecha de emisión: Ica, 26 de noviembre del 2018

BioSLab E.I.R.L. GERENCIA TECNICA ICA

Dra. Rosa B. Altamirano Diaz
GERENTE TECNICO
C.B.P. N° 5782

Este documento al ser emitido sin el símbolo de la acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA

Calle Fermín Tanguis 150 Urb. San Miguel, Ica – Ica.
✆ 51-56-603981, www.bioslab.com.pe
bioslabeirl@gmail.com / contacto@bioslab.com.pe

Código : F05-GT
Versión : 02
Fecha : 2016-12-12
Página : 2 de 2

Fuente: Laboratorio BiosLab

V. CONCLUSIONES

De la Investigación realizada se deducen las siguientes conclusiones

Las temperaturas influyen en la cinética de deshidratación con aire caliente, lo que se observa en la diferencia de valores de los parámetros de secado y los tiempos de secado para cada temperatura

Los parámetros para la cinética de secado fueron: muestra 101 secada a 50°C son: HR = 40%, contenido de humedad inicial = 4,319 g de agua/g.m.s, contenido de humedad critica = 3,211 g de agua/g.m.s, contenido de humedad de equilibrio = 0.132 g de agua/g.m.s, velocidad constante = 0.0113 g de agua /g.m.s.min. Para 60 °C son: HR = 34%, contenido de humedad inicial = 4,319 g de agua/g.m.s, contenido de humedad critica = 3,220 g de agua/g.m.s, contenido de humedad de equilibrio = 0.120 g de agua/g.m.s, velocidad constante = 0.0145 g de agua /g.m.s.min, Para 70 °C son: HR = 27%, contenido de humedad inicial = 4,319 g de agua/g.m.s, contenido de humedad critica = 3,348 g de agua/g.m.s, contenido de humedad de equilibrio = 0.108 g de agua/g.m.s, velocidad constante = 0.0161 g de agua /g.m.s.min,

Los tiempos para el periodo constante y decreciente fueron: para la muestra deshidratada a 50°C (Muestra 101), para el periodo constante 100 minutos y para el periodo decreciente 800 minutos; para la muestra deshidratada a 60°C (Muestra 303), para el periodo constante 80 minutos y para el periodo decreciente 760 minutos; Para la muestra deshidratada a 70°C (Muestra 202), para el periodo constante 60 minutos y para el periodo decreciente 720 minutos

La difusividad efectiva fue: Para la muestra 101 7,973 x 10^{-10} m^2/s, para la muestra 202 8.023x10^{-10} m^2/s, para la muestra 303 9,354x10^{-10} m^2/s

Del análisis microbiológico se concluye que los gajos de mandarina deshidratados son aptos para consumo humano.

De la evaluación estadística del análisis sensorial de la mandarina deshidratada se determinó que la muestra 303 (deshidratada a 60º C) fue la que tuvo mayor aceptación de los jueces consumidores

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar trabajos de investigación con otros tipos de frutas.
- Que la facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos adquiera un secador con sistema automático de pesado con programas para obtener las curvas de secado.
- Así mismo la adquisición de un equipo para determinar la Actividad de agua.
- Realizar trabajos de investigación para elaborar las curvas de adsorción y desorción para la mandarina.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adams M.R y Moss M.O.(1997) *Microbiología de los Alimentos* Editorial Acribia España

Aguado, J. (1990) *Ingeniería de la industria alimentaría volumen I,II,II* Editorial Síntesis España

Badui, D. (2006) *Química de los Alimentos* Editorial Pearson

Contreras M. (2006) *Influencia del método de secado en parámetros de calidad relacionados con la extructura y el color de manzana y fresa deshidratadas* Universidad politécnica de Valencia España

Cheftel, J.C y Cheftel, H (1976) *Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos* Editorial Acribia España

Della P. (2010) *Secado de alimentos por métodos combinados: deshidratación osmótica y secada por microondas y aire caliente. Tesis Universidad Tecnológica nacional*. Buenos Aires Argentina.

Fito P. (2006) *Introducción al secado de alimentos por aire caliente*. Editorial Universidad Politécnica de Valencia.

Earle R.L. (1998) *Ingeniería de los Alimentos* Editorial Acribia

Gustavo V. Barbosa-Cánavas (2000) *Deshidratación de Alimentos* Editorial Acribia España

Geankopoplis G. (1998) *Procesos de transporte y operaciones unitarias* Editorial CESCA México

Rodríguez F (2002) "*Operaciones de Conservación de alimentos" Ingeniería de la Industria Alimentaria Volumen III*, Editorial Sintesis – España,

Páginas de Internet

Contreras Carolina (2006) Influencia del método de secado en parámetros de calidad relacionados con la estructura y el color de manzana y fresa deshidratadas. Tesis Universidad Politécnica de Valencia España

Aquiles Ocampo (2006) "Modelo cinético del secado de la pulpa de mango Revista EIA ISSN 1794-1237 Numero 5

Della P. (2010) Secado de alimentos por métodos combinados: deshidratación osmótica y secado por microondas y aire caliente. Tesis Universidad Tecnologica nacional. Buenos Aires Argentina.

MINAGRI (2014) La mandarina peruana Recuperado el 18 de Febrero 2019 de https://docplayer.es/18494450-La-mandarina-peruana-un-producto-de-enorme-potencial-exportador

infoAgro (2017) El cultivo de las mandarinas Recuperado el 14 de Febrero 2019 de http://www.infoagro.com/citricos/mandarina.htm

Vito Victoria (2017) Los beneficios de las mandarinas: estas frutas hacen milagros Recuperado el 18 de Febrero 2019 de https://www.huffingtonpost.es/victoria-vito/beneficios-mandarinas_b_13976218.html

Ministerio de Salud (2019) Tablas peruanas de composición de alimentos, Editor Instituto Nacional de Salud

InfoAlimenta (2018) Biblioteca de alimentos Recuperado el 20 de Febrero del 2019 de http://www.infoalimenta.com/biblioteca-alimentos/105/67/mandarina/

CEUPE (2018) La deshidratación de los alimentos Recuperado el 21 de Febrero 2019 de https://www.ceupe.com/blog/la-deshidratacion-de-los-alimentos.html