



UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**"CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y DETERMINACIÓN
DE PARÁMETROS ÓPTIMOS (TEMPERATURA Y
ACONDICIONAMIENTO DE MATERIA PRIMA) EN EL
PROCESO DE SECADO POR AIRE CALIENTE DEL LOCHE
(*Cucurbita moschata* Duchesne), PARA LA OBTENCIÓN DE
HARINA DE LOCHE"**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

PRESENTADO POR:

Bach. BOCANEGRA ARDILES SILVANA PATRICIA

Bach. SANDOVAL BANCES RICARDO

LAMBAYEQUE - PERÚ

2014



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

**"CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y DETERMINACIÓN
DE PARÁMETROS ÓPTIMOS (TEMPERATURA Y
ACONDICIONAMIENTO DE MATERIA PRIMA) EN EL
PROCESO DE SECADO POR AIRE CALIENTE DEL LOCHE
(*Cucurbita moschata* Duchesne), PARA LA OBTENCIÓN DE
HARINA DE LOCHE".**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADO POR:

Bach.: BOCANEGRA ARDILES SILVANA PATRICIA

Bach.: SANDOVAL BANCES RICARDO

LAMBAYEQUE – PERÚ

2014



**UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"**



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

TESIS

**"CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y DETERMINACIÓN DE
PARAMETROS ÓPTIMOS (TEMPERATURA Y CONDICIONAMIENTO DE
MATERIA PRIMA) EN EL PROCESO DE SECADO POR AIRE CALIENTE
DEL LOCHE (*Cucurbita moschata* Duchesne), PARA LA OBTENCIÓN DE
HARINA DE LOCHE".**

PRESENTADO POR:

Bach.: BOCANEGRA ARDILES SILVANA PATRICIA

Bach.: SANDOVAL BANCES RICARDO

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

APROBADO POR:

Ing. M. Sc. JAIME LUCHO CIEZA SANCHEZ

JURADO PRESIDENTE

Ing. LUIS ANTONIO POZO SUCLUPE

JURADO SECRETARIO

Ing. RODOLFO PASTOR TINEO HUANCAS

JURADO VOCAL

Ing. M. Sc. FRANCISCO ROBLES RUIZ

ASESOR

**LAMBAYEQUE – PERÚ
2014**

AGRADECIMIENTO

Principalmente Agradezco a Dios, por ser el mayor guía en mi vida y por iluminarme paso a paso en el sendero de mi andar, que con amor y gran esmero hoy me lleva a culminar felizmente mi carrera.

A mi familia, por su amor, comprensión, constante apoyo y esfuerzo, ya que juntos facilitaron el logro de este gran anhelo de formarme como profesional...

Ricardo

AGRADECIMIENTO

A Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar satisfactoriamente mis estudios.

Agradezco también la confianza y el apoyo de mi Familia, porque han contribuido positivamente para llevar a cabo esta difícil jornada.

Finalmente, agradezco a toda aquella persona que de alguna u otra manera han contribuido con sus valiosas aportaciones para la realización de esta tesis

Silvana

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ello que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

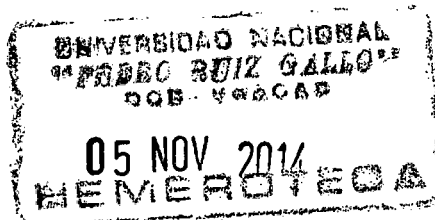
Ricardo

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a
Dios por permitirme llegar hasta donde
ahora me encuentro.

A mi familia que me han brindado su
cariño y apoyo durante este largo
trayecto, y sin quienes no hubiese
podido salir adelante.

Silvana



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL	7
ABSTRACT	11
RESUMEN	12
INTRODUCCION	13
I. FUNDAMENTO TEÓRICO	14
1.1. EL LOCHE (CUCURBITA MOSCHATA DUCHESNE)	14
1.1.1. ORIGEN E HISTORIA.....	14
1.1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	15
1.1.3. CARACTERÍSTICA MORFOLÓGICA DEL FRUTO.....	15
1.1.4. COSECHA Y COMERCIALIZACIÓN.....	16
1.1.5. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL LOCHE.....	18
1.1.6. PRODUCCIÓN NACIONAL	19
1.1.7. PRODUCCIÓN REGIONAL	20
1.1.8. CONSUMO DE LOCHE	21
1.2. EL SECADO	22
1.2.1. PROCESO SECADO EN LOS ALIMENTOS	22
1.2.2. DESHIDRATACIÓN DE HORTALIZAS	23
1.2.3. PARÁMETROS INVOLUCRADOS EN EL SECADO	24
1.2.3.1. Transferencia de masa y energía	24
1.2.3.2. Humedad relativa del aire	25
1.2.3.3. Velocidad del aire.....	25
1.2.3.4. El agua en los alimentos.....	26
1.2.3.5. Temperatura del aire y acondicionamiento del sólido	26
1.2.4. CAMBIOS EN LOS ALIMENTOS DESHIDRATADOS	29
1.2.5. CLASIFICACIÓN DEL SECADO	31
1.2.6. CINÉTICA Y CURVAS DE SECADO.....	31
1.2.6.1. CURVAS DE VELOCIDAD DE SECADO	32
1.2.6.2. SECADO DURANTE EL PERIODO DE VELOCIDAD CONSTANTE	34
1.2.6.3. SECADO DURANTE EL PERIODO DE VELOCIDAD DECRECIENTE.	35
1.2.7. ACTIVIDAD DEL AGUA	35
1.2.8. ISOTERMA DE SORCIÓN.....	36
1.3. HARINAS	37
1.3.1. DEFINICIÓN DE HARINA	37
1.3.2. HARINA SUCEDÁNEA	37
1.3.3. HARINA COMPUESTA.....	38
1.4. PRUEBA ESTADÍSTICA	40
1.4.1. ANÁLISIS DE VARIANZAS "ANOVA"	40
1.4.2. TEST TUKEY	41
II. MATERIALES Y METODOS	42
2.1. LOCALIDAD E INSTITUCIÓN DE EJECUCIÓN	42
2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	42
2.3. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS	43
2.4. MÉTODOS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	45
2.4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA	45
2.4.1.1. Determinación de las propiedades físicas.....	45
2.4.1.2. Determinación de las propiedades organolépticas	45
2.4.1.3. Determinación de las propiedades fisicoquímicas.....	45
2.4.2. CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE LOCHE	46

2.4.2.1. Determinación de las propiedades físicas.....	46
2.4.2.2. Determinación de las propiedades organolépticas	46
2.4.2.3. Determinación de las propiedades fisicoquímicas.....	47
2.4.2.4. Determinación de la Isotherma de Sorción.....	47
2.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	48
2.5.1. Caracterización de la materia prima.....	48
2.5.1.1. Determinación de las propiedades físicas.....	48
2.5.1.2. Determinación de las propiedades Organolépticas	49
2.5.1.3. Determinación de las propiedades fisicoquímicas.....	49
2.5.2. Proceso de obtención de la harina de loche.....	49
2.5.3. Método de obtención de datos experimentales durante el secado	53
2.5.3.1. Manejo del secador de bandeja.....	53
2.5.3.2. Obtención de la curvas de secado	54
2.5.4. Caracterización de la harina de Loche.....	58
2.5.4.2. DETERMINACIÓN DE LA PROPIEDADES FÍSICAS	59
2.5.4.3. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS	60
2.5.4.4. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS	61
2.5.4.5. DETERMINACIÓN DE LAS ISOTERMAS DE SORCIÓN.....	61
III. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	63
3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA	63
3.1.1. Propiedades físicas y organolépticas del loche fresco	63
3.1.2. Propiedades fisicoquímicas del loche fresco.....	66
3.2 PROCESO DE SECADO DEL LOCHE.....	69
3.2.1. Análisis de las curvas de Secado	69
3.2.1.1. Para el Loche acondicionado en rallado.....	69
3.2.1.2. Para el Loche acondicionado en rodajas.....	75
3.2.1.3. Para el Loche acondicionado en triturado.....	80
3.2.2. Propiedades organolépticas del loche deshidratado	85
3.2.3. Propiedades fisicoquímicas del loche deshidratado.....	87
3.2.4. Análisis Estadístico del loche deshidratado.....	89
3.3. CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE LOCHE	93
3.3.1. ISOTERMAS DE ADSORCIÓN.....	93
3.3.2. Determinación de las propiedades físicas y organolépticas	95
3.3.3. Propiedades fisicoquímicas.....	98
3.3.4. Elaboración de pan de yema con sustitución parcial de harina de trigo por harina de loche.....	102
IV. CONCLUSIONES	103
V. RECOMENDACIONES.....	105
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	106
VII. ANEXOS	111

INDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1 . LISTA DE SALES UTILIZADAS.....	59
TABLA 2. PROPIEDADES FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS DEL LOCHE FRESCO.....	63
TABLA 3. PROPIEDADES FISICOQUÍMICO DEL LOCHE FRESCO.....	66
TABLA 4. DURACIÓN DE LOS PERIODOS DE SECADO	84
TABLA 5. COMPARACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL LOCHE FRESCO Y DESHIDRATADO	86
TABLA 6. COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DE LAS MUESTRAS DESHIDRATADAS	88
TABLA 7. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA DIFERENCIA EN EL TIEMPO DE SECADO	89
TABLA 8. RESULTADO DE LA PRUEBA DE TUKEY PARA EL TIEMPO DE SECADO	90
TABLA 9. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA EVALUAR LA DIFERENCIA DE PORCENTAJE DE HUMEDAD	91
TABLA 10. RESULTADO DE LA PRUEBA DE TUKEY PARA EL PORCENTAJE DE HUMEDAD .	92
TABLA 11. CONSTANTES DE LA ECUACIÓN DE GAB OBTENIDAS CON DOS MÉTODOS PARA DETERMINAR LAS ISOTERMAS DE ADSORCIÓN.....	94
TABLA 12. DENSIDAD APARENTE DE LA HARINA DE LOCHE.....	95
TABLA 13. GRANULOMETRÍA DE LA MOLTURACIÓN DEL LOCHE DESHIDRATADO.	96
TABLA 14. PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DE LA HARINA DE LOCHE.	97
TABLA 15. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA HARINA DE LOCHE.	98
TABLA 16. DETERMINACIÓN DEL PARÁMETRO OPTIMO POR CADA ACONDICIONAMIENTO	100

ÍNDICE DE CUADROS

	pág.
CUADRO 1. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LOS FRUTOS DE LAS VARIEDADES DE ZAPALLO AVINCA, LOCHE Y FORRAJERO.....	18
CUADRO 2. LÍMITES DE CONFIANZA DE LOS VALORES BROMATOLÓGICOS DEL LOCHE DE LAMBAYEQUE PARA UNA HUMEDAD DE 82%.....	18
CUADRO 3. OFERTA HISTÓRICA DE LA PRODUCCIÓN REGIONAL DE LOCHE.....	20
CUADRO 4 . ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE LA MATERIA PRIMA.....	46
CUADRO 5. PROPIEDADES FISICOQUÍMICO DE LA HARINA DE LOCHE	47
CUADRO 6. MODELOS DE ISOTERMAS DE SORCIÓN	61

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. LOCHE MOCHE REPRESENTACIÓN ALFARERA NATURALISTA DEL FRUTO	14
FIGURA 2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL FRUTO DEL LOCHE (A) Y CORTE LONGITUDINAL (B)	16
FIGURA 3. COSECHA DEL LOCHE.....	16
FIGURA 4. CLASIFICACIÓN DEL LOCHE POR CATEGORÍAS	17
FIGURA 5. PRODUCCIÓN REGIONAL EN TONELADAS (Tn) DE LOCHE FRESCO.....	21
FIGURA 6. CRECIMIENTO ANUAL DEL LOCHE FRESCO	21
FIGURA 7. CURVA TÍPICA DE VELOCIDAD DE SECADO CONSTANTE: A) GRÁFICA DE LOS DATOS DE HUMEDAD LIBRE EN FUNCIÓN DEL TIEMPO, B) CURVA DE VELOCIDAD DE SECADO EN FUNCIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD LIBRE.	33
FIGURA 8. ISOTERMAS DE ADSORCIÓN Y DESORCIÓN DE LOS ALIMENTOS.....	36
FIGURA 9. DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA HARINA DE LOCHE.....	39
FIGURA. 10. FLUJOGRAMA PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE LOCHE	52
FIGURA 11. CURVA DE VELOCIDAD DE SECADO DEL LOCHE RALLADO A LAS TRES TEMPERATURAS DE SECADO.	70
FIGURA 12. CURVA DE SECADO DEL LOCHE RALLADO A LAS TRES TEMPERATURAS DE SECADO.....	72
FIGURA 13. CURVA DE VELOCIDAD DE SECADO DEL LOCHE EN RODAJAS A LAS TRES TEMPERATURAS DE SECADO.	75
FIGURA 14. CURVA DE SECADO DEL LOCHE EN RODAJAS A LAS TRES TEMPERATURAS DE SECADO.....	77
FIGURA 15. CURVA DE VELOCIDAD DEL LOCHE TRITURADO A LAS TRES TEMPERATURAS DE SECADO.....	80
FIGURA 16. CURVA DE SECADO DEL LOCHE TRITURADO A LAS TRES TEMPERATURAS DE SECADO.....	82
FIGURA 17. HARINA DE LOCHE.	100
FIGURA 18. PAN DE LOCHE	102

ABSTRACT

The objective of this research is to obtain flour loche determining the optimal parameters of drying and conditioning, plus the physicochemical characteristics.

For the study loche was used in fresh physiological maturity and sanitary condition characterizing physicochemically by methods established by AOAC (1997). The fruit is conditioned in three ways grating (8 cm long, 0.40cm wide and 0.07cm thick) slices (0.15 cm thick, 8 cm diameter) and crushed (trays with dimensions of 20 cm long, 12 cm width and 2 cm height), then placed in a tray drier with hot air down to a constant humidity. Three drying temperatures 60, 70 and 80, at an air velocity of 2.0 m/s, and by the moisture drying curves, time-critical drying rate and total drying time was determined at step assayed milling grain size was determined, and then according to physicochemically characterize Peruvian technical Standard for surrogate flour wheat flour (NTP 205 040), and finally determine the isotherm.

From the experimental results indicated that the loche crushing and drying at 70 obtained a drying time of 121.7 minutes and an intermediate yellow color parameters were most acceptable in obtaining loche meal compared to the other study, a humidity 4.63% final and obtaining a granulometry of 35.13% for the N° 100 sieve (150 μ m) acceptable to the flour.

For statistical analysis of the data was done using the IBM SPSS Statistics 20 program, obtaining the Analysis of Variance (ANOVA) complemented with the Tukey test to assess the significance, this served to analyze the results and make the decision which was the best treatment.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es obtener harina de loche determinando los parámetros óptimos de secado y su acondicionamiento, además de las características fisicoquímicas.

Para el estudio se empleó loche fresco en su madurez fisiológica y con buen estado sanitario caracterizándolo fisicoquímicamente según métodos establecidos en la AOAC (1997). El fruto se acondiciono de tres formas: rallado (8 cm de largo, 0.40cm de ancho y 0.07cm de espesor), rodajas (0.15 cm de espesor y 8 cm de diámetro) y triturado (bandejas con dimensiones de 20 cm de largo, 12 cm de ancho y 2 cm de altura), después colocadas en un secador de bandejas con aire caliente hasta llegar a una humedad constante. Se ensayaron tres temperaturas de secado de 60, 70 y 80°C, a una velocidad de aire de 2.0 m/s, y a través de curvas de secado se determinó la humedad, tiempo crítico, velocidad de secado y tiempo total de secado, en la etapa de molienda se determinó su granulometría, para luego caracterizar fisicoquímicamente según Norma técnica peruana para harinas sucedáneas de la harina de trigo (NTP 205.040), y finalmente determinar la isoterma.

De los resultados experimentales se indicó que el loche triturado y secado a 70°C obtuvo un tiempo de secado de 121.7 minutos y una coloración amarillo intermedio parámetros que fueron los más aceptables en la obtención de la harina de loche comparados a los otros en estudio, una humedad final de 4.63% y obteniendo una granulometría del 35.13% para el tamiz N° 100 (150 μ m) aceptable para la harina.

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos se hizo uso del programa IBM SPSS Statistics 20, obteniendo el Análisis de Varianza (ANOVA) complementándolo con la prueba de Tukey para evaluar la significancia, esto sirvió para analizar los resultados y tomar la decisión de cuál fue el mejor tratamiento.

INTRODUCCION

La investigación tecnológica busca la aplicación de técnicas más eficientes de secado, bajo condiciones controladas que permitan obtener productos de alta calidad nutricional, que sean muy similares en color, aroma y sabor a los alimentos frescos, los cuales pueden ser aprovechados por las industrias alimenticias para la elaboración de alimentos instantáneos.

La ventaja de la tecnología de secado de alimentos, son ampliamente conocidas, ya que al reducir el contenido de humedad, previene el crecimiento de microorganismos y minimizan las demás reacciones que los deterioran. También el secado de los alimentos reduce el peso y en algunos casos el volumen; lo que incluye en una reducción importante de los costos de empaque, almacenamiento y transporte. Los productos secos además permiten ser almacenados a temperatura ambiente por largos periodos de tiempo.

En nuestro país existen gran cantidad de hortalizas que no han sido aún procesadas entre ellos se encuentra el loche, el cual es un cultivo originario de la zona norteña de Lambayeque, que ha recibido la denominación de origen debido a su uso en la gastronomía típica de esta región gracias a que aporta un sabor y aroma inigualables. La comercialización del loche se da en estado fresco y es su forma más general de consumo, la siembra de esta hortaliza no se da en todas las épocas del año ocasionando un alza en los precios de venta en mercados en tiempos de escasez, otra desventaja es también el corto tiempo de vida útil que presenta, no pudiéndose conservar fresco por mucho tiempo.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se llevó a cabo el presente trabajo de investigación, planteando el siguiente objetivo:

Caracterizar fisicoquímicamente y determinar los parámetros óptimos de temperatura y acondicionamiento del loche en el proceso de secado por aire caliente para obtener harina de loche y ofrecer un producto con mayor tiempo de conservación, que se pueda adquirir en todas las épocas del año y con costo fijo, satisfaciendo las necesidades del consumidor y al mismo tiempo que el productor tenga mayor mercado.

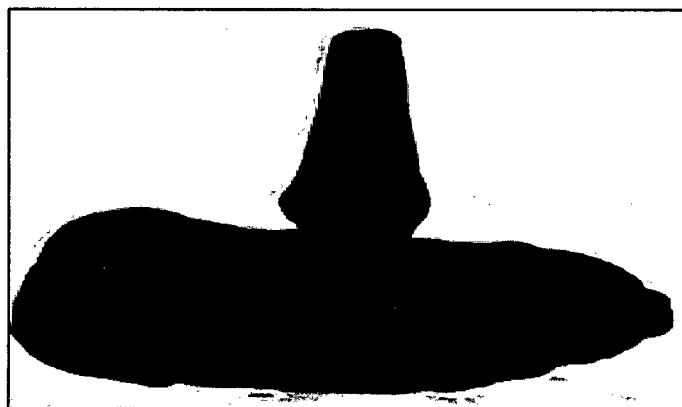
I. FUNDAMENTO TEÓRICO

1.1. El Loche (*Cucurbita moschata* Duchesne).

1.1.1. Origen e Historia

Los actuales agricultores hasta la fecha conservan al loche como producto etnobotánico, cuya tecnología de siembra y cosecha mantiene tradiciones y prácticas culturales, como las que se refieren al manejo del cultivo, heredado de sus ancestros, quienes lograron domesticar el Loche y seleccionarlo para lograr la actual variedad, así como adaptarlo al medio en que ha prosperado el cultivo. Tales aportes culturales se han realizado a través de varios momentos del desarrollo histórico y cultural de los primeros pobladores de la zona de Lambayeque hasta sus actuales descendientes, los cuales son: Cupisnique (2200 - 400 a.C.); Salinar (400 -100 a.C.); Moche conocida también como Mochica (100-750 d.C.); Sicán o Lambayeque (800-1350 d.C.); Chimú (1300-1470 d.C.) hasta el mundo mestizo lambayecano de hoy en día, donde la matriz étnica y cultural predominante es Muchik o Mochica (INDECOPI, 2010).

Figura 1. Loche moche representación alfarera naturalista del fruto



Fuente: Programa de Hortalizas; UNALM (2012).

1.1.2. Clasificación Taxonómica

Para la determinación de las especies se utilizó la clave para el género *Cucurbita*, traducido del inglés, de la obra "Manual of cultivated plants de Bailey L.H" (Sánchez, 2000).

Reino: *Plantae*

División: *Embriofitas Sifonógamas*

Clase: *Angiospermas*

Orden: *Cucurbitales*

Familia: *Cucurbitáceas*

Género: *Cucurbita*

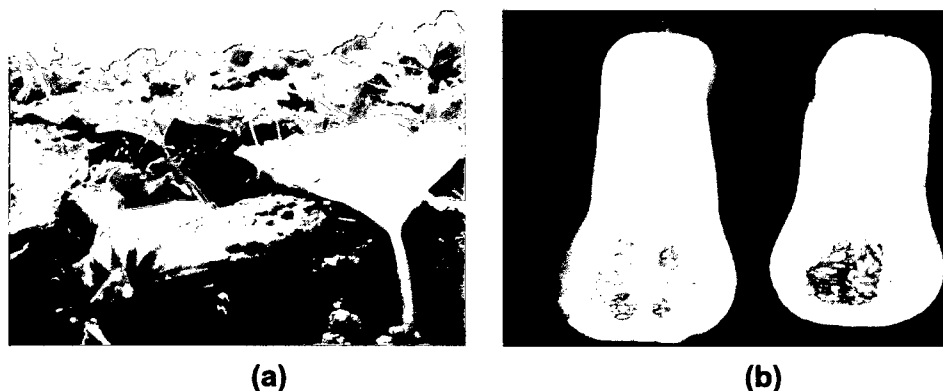
Especie: *Cucurbita moschata* Duchesne, Variedad: "loche".

1.1.3. Característica morfológica del fruto

Los frutos del Loche poseen de pocas a moderadas verrugas, varían de forma piriforme hacia alargada, de longitud variable (L) entre 14,71 cm a 34,42 cm (pudiendo algunas veces superar esos límites) y diámetros (Φ) entre 8,86 cm a 13,05 cm.

El índice de fruto (L/ Φ) está comprendida entre 1,12 a 3,427. El peso es también muy variable con un promedio de 1,79 kg ± 0,53 kg; predominando el color verde oscuro gris de la cascara y presencia de verrugas a lo largo. La pulpa de color amarillo anaranjada, de consistencia suave a firme, de olor insípido a dulce tomándose muy intenso en los frutos maduros, y de acidez baja. Algunos frutos presentan semillas, aunque la mayoría carece de ellas, sobre todo los de formas alargadas (INDECOPI, 2010).

Figura 2. Características morfológicas del fruto del loche (a) y corte longitudinal (b)



Fuente: (a) Del valle para todo (2011); (b) Zaccari (2005).

1.1.4. Cosecha y Comercialización

- **Cosecha:** Las cosechas se llevan a cabo a los 4,5 meses aproximadamente de cultivado el loche y se considera cuando la plantación tiene entre un 40 a 50% de plantas con frutos maduros. El tiempo que se puede prolongar la cosecha es de 3 a 4 meses en las diferentes zonas de producción. Para la cosecha, los agricultores simplemente recogen los frutos que consideran adecuados, guiándose principalmente por el color verde oscuro (Sánchez, 2000).

Figura 3. Cosecha del loche

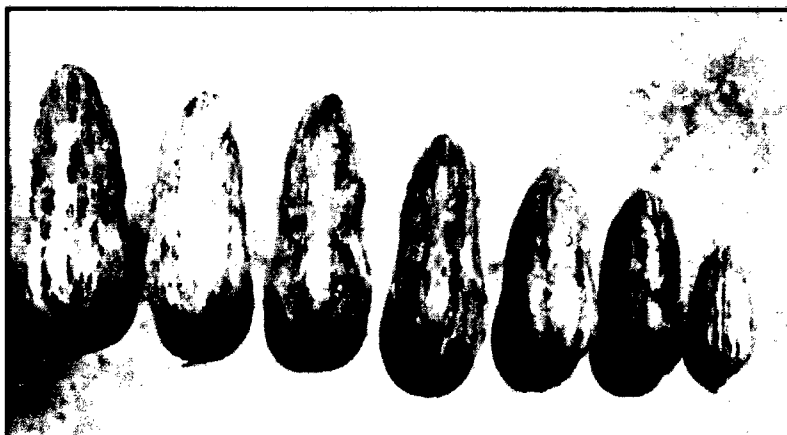


Fuente: Toma propia (2012).

- **Comercialización:** Después de la cosecha, los agricultores acostumbran clasificar los frutos en 5 tipos o categorías para la comercialización, dependiendo del tamaño y peso (INDECOPI, 2010):

- ✓ **Frutos de Primera:** Longitudes entre 35 a 40 cm, forma alargada, color verde oscuro uniforme sin decoloraciones, casi cenizo, ligeramente rugosos, peso que supera los 2.200 kg.
- ✓ **Frutos de Segunda.** Longitudes entre 30 a 35 cm, limpios de color verde oscuro, pueden contener formas ligeramente piriformes o alargadas. corresponden a loches cuyo peso varia de 1.5 a 2.10 Kg
- ✓ **Frutos de Tercera:** Longitudes entre 20 a 30 cm, verde intenso y rugoso, de formas alargadas, piriformes, y pesos de 1.20 a 1.45 kg.
- ✓ **Frutos de Cuarta:** Longitudes entre 10 a 20 cm color verde claro, menos uniforme en color y forma, de pesos de 0.65 a 1.15 kg.
- ✓ **Frutos de Quinta:** Longitudes y pesos menores a 10 cm y 0.6 kg respectivamente, de colores y formas muy des uniformes, con manchas amarillentas o dañadas, se trata de frutos de descarte.

Figura 4. Clasificación del loche por categorías



Fuente: Caritas del Perú (2012).

1.1.5. Composición nutricional del Loche.

La composición del loche se determina a través de análisis fisicoquímicos los cuales son mostrados a continuación en los siguientes cuadros obtenidos según Sánchez (2000) e INDECOPI (2010).

Cuadro 1. Análisis bromatológico de los frutos de las variedades de zapallo Avinca, Loche y Forrajero.

DETERMINACION	AVINCA FRESCO	AVINCA COCIDO	LOCHE FRESCO	LOCHE COCIDO	FORRAJERO FRESCO
Materia seca	5.32%	3.32%	18.00%	17.48%	4.175%
Humedad	16.48%	19.71%	12.57%	13.31%	17.61%
Cenizas	10.70%	12.14%	4.731	3.18%	13.00%
Hidratos de carbono	52.29%	40.58%	72.24%	72.88%	35.59%
Fibra	10.52%	15.96%	4.78%	6.071	16.54%
Grasa	0.49%	0.83%	3.00%	1.88%	1.50%
Proteínas	9.32%	10.78%	5.38%	4.38%	15.67%
Calcio	1.17%	1.18%	0.42%	0.42%	1.38%
Fosforo	0.34%	0.431%	0.552%	0.393%	0.558%
Caroteno	0.0027%	—	0.0031%	—	—
Fierro	0.0025%	0.0030%	0.0021%	0.0009%	—

Fuente. Sánchez (2000).

Cuadro 2. Límites de confianza de los valores bromatológicos del loche de Lambayeque para una humedad de 82%.

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO	Valor Menor	Valor Mayor
Lípidos (%)	0.0	0.13
Proteínas (%)	1.13	2.97
Fibra (%)	0.40	1.62
Ceniza (%)	0.36	1.22
Carbohidratos (%)	13.23	16.41
Azúcares Reductores (g/100 g muestra)	0.12	1.26
Contenido Fenólico (mg/Ac. Gálico/100 g muestra)	18.15	23.20
Capacidad Antioxidante (ugTroloxEq/g muestra)	41.34	83.15
Carotenos (mg Eq. /100g muestra)	0.76	8.97

Fuente: INDECOPI (2010).

1.1.6. Producción Nacional

La producción nacional de loche, se centra en la región Lambayeque, en distritos de Illimo, Pacora, Pítipo, Sector III del bosque seco de Pómac.

En el departamento de la Libertad, en el ámbito del Proyecto CHAVIMOCHIC, agricultores, han sembrado entre los meses de Junio – Noviembre del 2009, obteniendo una cosecha entre Enero y Abril del 2010 a fin de aprovechar la ventana estacional que deja la producción de Lambayeque, para vender Loche, a Chiclayo y Lima, este proyecto empezó con 4 Has de Loche tratado de tipo orgánico (sin uso de insecticidas o plaguicidas) y para lo cual en la campaña del 2010 se planeó cuadruplicar las has de producción a 16.5 Has.

Esta oferta de loche trujillano, tiene carencias en cuanto a las propiedades organolépticas que posee el Loche lambayecano, sin embargo tiene muy buena calidad, y podría estabilizar la falta de materia prima durante algunos meses. Manteniendo una oferta a mercados extranjeros constante.

Así también se encuentran productores de un zapallo alternativo al loche, en regiones como Arequipa y Amazonas; estos encuentran nicho de mercado cuando la producción de loche lambayecano cae o se ausenta del mercado (Dirección Regional de Agricultura de Lambayeque, 2011).

1.1.7. Producción Regional

La zona de influencia, está determinada por las principales áreas productoras de loche, que corresponden al departamento de Lambayeque, en las provincias de Ferreñafe, con el distrito de Pítipo, con el Caserío Pómac III, donde se encuentra la "Asociación de Productores de Loche Sicán" con 22 productores en 29.8has; y la provincia de Lambayeque con los distritos Pacora (17has) e Illimo, en este último se ha conformado la "Asociación de Productores de Loche Illimo" con 34 productores en un área sembrada de 50.20 Has. (Dirección Regional de Agricultura de Lambayeque, 2011).

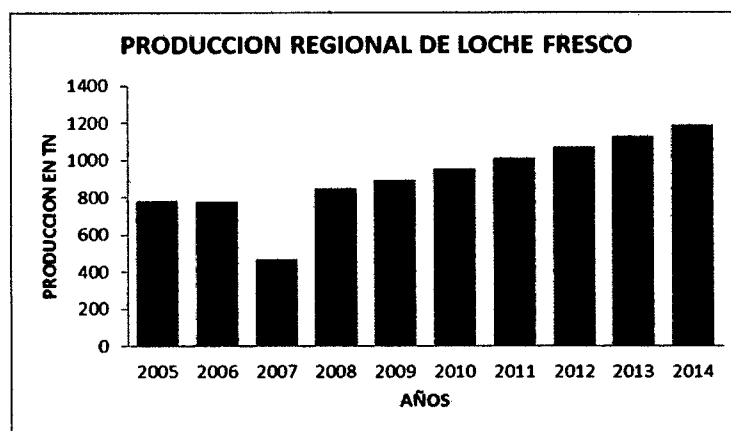
Cuadro 3. Oferta Histórica de la Producción Regional de Loche.

Años	Producción en tonelada**	Crecimiento Anual
2005	783	--
2006	781	-0.26
2007	470	-39.82
2008	850	80.85
2009	895	5.29
2010	954	6.59
2011*	1013	7.89
2012*	1072	9.19
2013*	1131	10.49
2014*	1190	11.79

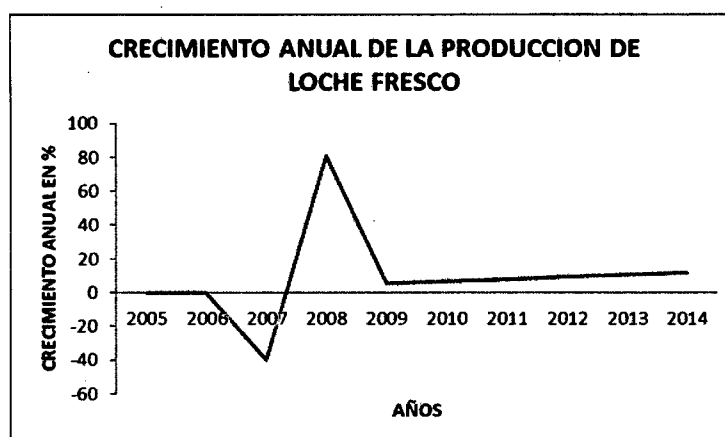
* Proyección en base al año 2010

**Zonas productoras: Illimo, Pacora, Pítipo en la región Lambayeque

Fuente: Dirección Regional de Agricultura de Lambayeque (2011).

Figura 5. Producción regional en toneladas (Tn) de loche fresco

Fuente: Elaboración propia (2014).

Figura 6. Crecimiento anual del loche fresco

Fuente: Elaboración propia (2014).

1.1.8. Consumo de loche

Este fruto es agregado como ingrediente sazonal en la elaboración de platos típicos de la comida lambayecana destaca por poseer mayor contenido de carbohidratos, esto explica el que uno de los atributos (que

siempre señalan los expertos en Gastronomía sobre estos frutos) sea su dulzor particular.

Asimismo, muestra mayor contenido de azúcares reductores frente a otros frutos; y si bien algunos azúcares reductores tienen bajo poder edulcorante, esto hace del Loche un producto con un dulzor apropiado para combinarlo en la elaboración de los diversos platos de nuestra gastronomía.

En muchos países, las variedades de zapallos de la especie *C. moschata* Duch. se utiliza como verduras, sin embargo la mayor cantidad de frutos se emplea en enlatado de conservas y mermeladas. También las semillas están recibiendo mucha utilidad, tostadas como almendras, y para la fabricación de cremas en dulcería, además de ser medicinales por su acción tenífuga (Sánchez, 2000).

1.2. El secado

El secado significa la remoción de cantidades de agua relativamente pequeñas de cierto material. La evaporación se refiere a la eliminación de cantidades de agua bastante grandes; además, ahí el agua se elimina en forma de vapor a su punto de ebullición. En el secado, el agua casi siempre se elimina en forma de vapor con aire (Geankoplis, 1998). En la práctica, la energía necesaria para evaporar el líquido es suministrada en forma de calor (Barreto, 2004).

1.2.1. Proceso secado en los alimentos

El secado es una de las técnicas ampliamente utilizada para la conservación de alimentos. El secado al sol de frutas, granos, vegetales,

carnes y pescados han sido ampliamente utilizados, desde los albores de la humanidad, proporcionando al hombre una posibilidad de subsistencia en época de carencia de alimentos (Vega *et al.* 2005).

Son ampliamente conocidas las ventajas de los alimentos deshidratados, ya que al reducir el contenido de humedad, se previene el crecimiento de microorganismos y se minimizan las demás reacciones que los deterioran (Doymaz & Pala, 2003). También el secado de los alimentos reduce su peso y en muchos casos el volumen, lo que incluye en una reducción importante, de los costos de empaque, almacenamiento y transporte. Los productos secos además permiten ser almacenados a temperatura ambiente por largos periodos de tiempo (Barbosa y Vega, 2000).

Actualmente el aire caliente, sigue siendo el método de deshidratación más usado en la industria alimentaria (Hatamipour y Mowla, 2002), pero antes de abordar el estudio del secado por aire caliente de un producto y para poder predecir la humedad de equilibrio que este alcanzará en función de las condiciones del aire de secado, es necesario conocer su isoterma de desorción, que puede ser descrita por varios modelos matemáticos que utilizan dos o tres parámetros, sin embargo lo interesante es aplicar aquellas ecuaciones en las que utilicen parámetros que tengan explicación física (Vega *et al.*, 2005).

1.2.2. Deshidratación de hortalizas

Para lograr una vida de anaquel exitosa es necesario mantener las hortalizas con una humedad por debajo del 4%, para lograr una larga vida

de anaquel y calidad satisfactoria. Por lo general las hortalizas son secadas en secadores de túnel, de cabina o de banda, en algunos casos de hortalizas en polvo se usan secadores de tambor y secadores al vacío.

Como productos finales deshidratados de hortalizas se desea una humedad bajo el 4% para la mayoría de las hortalizas y del orden del 2 a 3% para productos en polvo (Arias, 2002).

1.2.3. Parámetros involucrados en el secado

El secador de bandejas es uno de los equipos que más se ha empleado para el deshidratado de frutas y hortalizas. Se han realizado varios estudios en frutas y hortalizas para encontrar las condiciones de operación apropiadas que permitan obtener productos deshidratados. Así como, la conservación de los componentes que le dan las frutas y hortalizas su valor comercial. Por lo tanto, resulta importante describir los parámetros que intervienen en el proceso de deshidratado de frutas y hortalizas empleando este equipo.

1.2.3.1. Transferencia de masa y energía

Cuando un sólido es sometido a un proceso de secado utilizando aire se presentan dos procesos:

- **Transferencia de materia**, es decir del agua, ocurre durante el secado como líquido, vapor o ambos dentro del sólido y vapor desde las superficies húmedas. La resistencia a la transferencia de materia, y no a la transmisión de calor, puede controlar la velocidad de secado.

- **Transferencia de energía**, este segundo proceso depende de las condiciones externas de temperatura, humedad y flujo del aire, área de exposición y el tipo de secador empleado.

1.2.3.2. Humedad relativa del aire

La humedad relativa del aire se define como la razón de la presión de vapor de agua presente en ese momento, con respecto a la presión de saturación de vapor de agua a la misma temperatura. Generalmente, este valor se expresa como porcentaje (%). A medida que aumenta la temperatura del aire, también aumenta su capacidad de absorción de humedad; cuando la temperatura disminuye sucede lo contrario.

La temperatura de secado está estrechamente relacionada con la humedad relativa del aire, ya que influye en la calidad organoléptica del producto final. Cuando la temperatura del aire de secado es alta y su humedad relativa es baja, existe el riesgo de que la humedad de la superficie del alimento se elimine más rápido de lo que el agua puede difundirse del interior húmedo a la superficie del alimento. Al evitar esto, se inhibe la formación de costras (Arias, 2002). Por ello es importante, tener muy en cuenta las velocidades de flujo de aire.

1.2.3.3. Velocidad del aire

La velocidad del aire dentro del secador tiene como funciones principales, en primer lugar, transmitir la energía requerida

para calentar el agua contenida en el alimento facilitando su evaporación. En segundo lugar, ayuda a transportar la humedad saliente del material.

La velocidad de secado aumenta a medida que incrementa la velocidad de aire que fluye sobre el alimento. A mayor velocidad, mayor será la tasa de evaporación y menor el tiempo de secado (Arias, 2002).

El deshidratado a nivel industrial se lleva a cabo empleando velocidades de aire entre 1.5 y 2.5 m/s.

1.2.3.4. El agua en los alimentos

La cantidad de agua en un alimento define sus propiedades reológicas, sensoriales y susceptibilidad a las alteraciones por reacciones.

El contenido de humedad en un alimento se refiere a toda el agua que este tiene. Un alimento puede expresarse en base húmeda o base seca. La humedad de un alimento es retenida en dos formas, como agua libre o agua "ligada".

1.2.3.5. Temperatura del aire y acondicionamiento del sólido

La temperatura desempeña un papel importante en los procesos de secado. Conforme se incrementa su valor se acelera la eliminación de humedad dentro de los límites posibles. La elección de la temperatura se lleva a cabo tomando en consideración la especie que se vaya a someter al proceso.

Según Suárez (2010), al trabajar con 3 diferentes formas geométricas (cúbicas, cilíndricas y esféricas) de pulpa de melón con un flujo de aire caliente a 55°C a una velocidad de 4.19m/s; llegando a la conclusión que la forma geométrica del sólido juega un papel importante dentro del mecanismo de transferencia de agua desde el alimento y el aire caliente utilizado como medio de secado, con los que se puede concluir que, la forma cilíndrica comparada con una esfera y un cubo es la que tiene una mayor velocidad de secado, fundamentada que es la que mayor área de contacto mantiene durante y al finalizar el secado, por ende las esferas son la que necesitan mayor tiempo de secado, al sufrir un mayor encogimiento de su volumen.

Según Pérez (2010). En un estudio sobre la deshidratación de plátano Roatán (*Musa acuminata*) verde a la temperaturas de 70 °C bajo diferentes tratamientos: rallado y rodajas, con y sin cáscara, con y sin inmersión en solución de zumo de limón al 1%, en charolas con y sin perforaciones y deshidratadas dentro de un horno Blinder. Los tratamientos en su conjunto ayudo a concluir que el secado de plátano verde con cáscara con limón (la inmersión en jugo de limón evita el oscurecimiento) y sin perforaciones, es la mejor vía para deshidratar, obteniendo un deshidratado con una humedad de 14% y una aw menor al 0.40 que inhibir en gran medida la presencia de microorganismos contaminantes y las reacciones enzimáticas y no enzimáticas, que minimizan la degradación de la calidad del producto.

Para Barrena, *et al* (2009), al secar pulpa de lúcuma en rodajas de 0,3 cm de espesor y a tres temperaturas para el aire de secado (40, 50 y 60 °C) y tres velocidades del aire: 2,5; 3,0 y 3,5 m/s. Los resultados experimentales indican que la mayor similitud de color de la pulpa seca con la pulpa fresca de lúcuma y por ende de la harina de lúcuma obtenida, se consigue trabajando con aire de secado a 50 °C y velocidad de 3,5 m/s en un tiempo de 120 minutos; con estas condiciones del aire el tiempo crítico de secado fue de 40 minutos, la humedad crítica de 0,48 g agua/g lúcuma seca, la humedad de equilibrio de 0,04 g agua/g lúcuma seca y la velocidad de secado fue de 0,020 g agua/g lúcuma seca. min.

Gómez (2009), menciona que al secar tomate saladette a las condiciones de secado de temperaturas de 45, 50 y 60°C, con velocidades de aire de 0.6 y 1.2 m/s, con y sin rotación de charolas y utilizando rebanadas de 6 mm de grosor, pretratadas con metabisulfito de sodio al 1% concluyo que las mejores condiciones de secado se obtuvo a 60°C, con 0.6 m/s y con rotación de charolas.

Alava (2007), observo que al deshidratar zapallo (*Cucúrbita máxima*) en forma de papilla a tres temperaturas de 60, 70 y 80°C, y exponiendo la muestra en el secador de bandeja a una velocidad del aire de 4.19 m/s, concluye que cuando el caroteno es sometido a temperaturas superiores a 80°C, este se degrada, por ello se observó decoloración en el producto deshidratado. Lo recomendable para secar alimentos es 60°C ya que a esta temperatura el producto no

pierda sus características iniciales, pero esta temperatura no fue suficiente para secar la muestra. En cambio, a la temperatura de 70°C la muestra era seca y de color agradable, por ello se recomienda deshidratar a 70°C obteniendo una humedad final es 14% y a una hora de proceso.

1.2.4. Cambios en los alimentos deshidratados

La deshidratación de alimentos constituidos por células vegetales, tales como las frutas, supone una serie de cambios físicos, químicos y sensoriales como consecuencia del estrés térmico e hídrico al que se ve sometido el tejido vegetal, de morfología compleja, durante todo el proceso de deshidratado.

- **Cambios físicos** como el encogimiento y daño celular ocasionado por ruptura y la degradación de la lámina media, la separación y ruptura de las paredes celulares, la lisis del citoplasma, la pérdida de la funcionalidad de la membrana y el colapso estructural de las células y además una apreciable reducción de peso y volumen de los alimentos que se deshidratan (Arias, 2002 y Fito, 2001). En particular, en procesos de secado, la pérdida de agua y la exposición a altas temperaturas durante el proceso provocan el encogimiento celular y por consiguiente cambios en la textura de los productos obtenidos.
- **Cambios químicos** tales como la cristalización de la celulosa, despolimerización y solubilización de pectinas, desnaturalización de proteínas, cambios en los sólidos solubles, así como cambios en las propiedades mecánicas relacionadas con la textura. El

grado en que ocurren estos cambios depende de la composición del alimento y de la severidad del método de secado (Arias, 2002).

- **Cambios sensoriales** como la pérdida parcial de componentes volátiles, de sabor, del color y textura son efecto de la deshidratación. Por otra parte, en ciertos alimentos la aparición de coloraciones marrones frecuentemente indeseadas, se asocia a reacciones de pardeamiento no enzimático (reacción de Maillard, propiciada por las altas temperaturas), pardeamiento de tipo enzimático y el producido por la caramelización de los azúcares, en la superficie del alimento. Todo esto puede afectar en forma negativa a la presentación y al sabor de los productos (Arias, 2002). El secado por mucho tiempo y a alta temperatura está asociado a menudo con el daño que afecta adversamente la textura, color, sabor y valor nutritivo de los productos (Zanoni *et al.*, 1999).

La estabilidad del producto, es fuertemente afectada por las condiciones de secado (Chou & Chua, 2001). El daño térmico incurrido en un producto durante el secado es directamente proporcional a la temperatura y tiempo (Lin *et al.*, 1998).

Los cambios en la actividad antioxidante relacionado con la remoción de agua es muy relativo, si la evaporación del agua es moderada y el tiempo de remoción es mínima; los antioxidantes no son dañados usualmente durante el secado (Pocorny y Schmidt, 2001).

1.2.5. Clasificación del secado

Los procedimientos de secado pueden clasificarse en tres categorías principales (Cheftel y Cheftel, 2000; Geankoplis, 1998).

- **Secado por aire**, o por contacto, a la presión atmosférica. El calor se aporta al alimento por aire caliente (convección) o mediante una superficie caliente (conducción).
- **Secado bajo vacío**, la evaporación del agua se verifica con más rapidez a presiones bajas, y el calor se añade indirectamente por contacto con una pared metálica o por radiación.
- **Crio-dsecación (liofilización)**, Primero se congela el alimento, después se sublima el hielo formado (transformación directa en vapor de agua), en condiciones apropiadas de temperatura y presión.

1.2.6. Cinética y Curvas de secado.

El estudio de la cinética de secado es esencial para diseñar un correcto proceso de secado, que permita además obtener un producto de calidad. Por otro lado, un buen modelo matemático, que describa el proceso de secado puede considerarse como una herramienta muy eficiente para salvar obstáculos, tales como, daños al producto, consumo excesivo de energía, desgaste del equipo o la disminución del rendimiento (Vega *et al.*, 2005).

Las curvas de secado se obtienen llevando sobre un diagrama, en función del tiempo, el contenido en agua del producto o bien la velocidad de secado (Cheftel y Cheftel, 2000).

1.2.6.1. Curvas de velocidad de secado

La curva de la Figura 7a, es recta entre los puntos B y C, por lo que la pendiente y la velocidad son constantes durante este periodo. Este periodo de velocidad constante de secado corresponde a la línea BC en la Figura 7b.

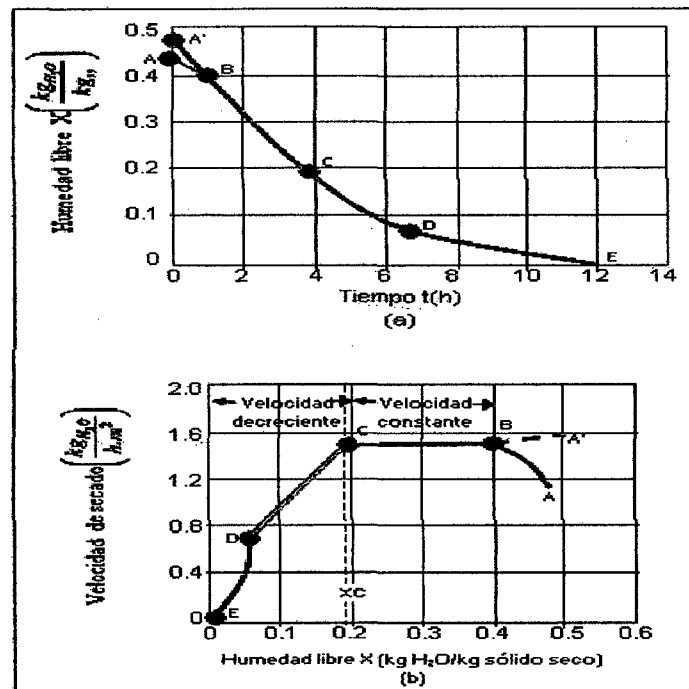
En el punto C de ambas gráficas, la velocidad de secado comienza a disminuir en el periodo de velocidad decreciente, hasta llegar al punto D. En este primer periodo de velocidad decreciente, la velocidad corresponde a la línea CD en la Figura 7b, y por lo general es lineal.

En el punto D la velocidad de secado disminuye con más rapidez a un, hasta que llega al punto E, donde el contenido de humedad de equilibrio:

$$X^*, X = X^* - X^* = 0 \dots \dots \dots \text{(Ecuación 1)}$$

En el secado de algunos materiales, la región CD no existe, o bien constituye la totalidad del periodo de velocidad decreciente.

Figura 7. Curva típica de velocidad de secado constante: a) gráfica de los datos de humedad libre en función del tiempo, b) curva de velocidad de secado en función del contenido de humedad libre.



Fuente: Geankoplis (1998).

En la Figura 7b, se muestra la curva de la velocidad de secado para condiciones de secado constante. Empezando en el tiempo cero, el contenido inicial de humedad libre corresponde al punto A. Al principio, el sólido suele estar a una temperatura inferior de la que tendrá al final, y la velocidad de evaporación va en aumento. Al llegar al punto B, la temperatura de la superficie alcanza su valor de equilibrio. Por otra parte, si el sólido está bastante caliente al principio de la operación, la velocidad de secado puede iniciarse en un punto A. Este periodo inicial de ajuste en estado no

estacionario suele ser bastante corto y por lo general se pasa por alto en el análisis de los tiempos de secado.

1.2.6.2. Secado durante el periodo de velocidad constante

El secado de diversos sólidos bajo diferentes condiciones constantes de secado casi siempre produce curvas de forma variable en el periodo de velocidad decreciente, pero en general siempre están presente las dos zonas principales de la curva de secado: el periodo de velocidad constante y el periodo de velocidad decreciente.

Durante el primer periodo, la superficie del sólido está muy mojada al principio y sobre ella hay una película de agua continua. Esta capa de agua es agua no combinada y actúa como si el sólido no estuviera presente. La velocidad de evaporación con las condiciones establecidas para el proceso, es independiente del sólido y esencialmente igual a la velocidad que 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 tendría un superficie plana.

Si el sólido es poroso, la mayor parte del agua que se evapora durante el periodo de velocidad constante proviene de su interior. Este periodo continúa mientras el agua siga llegando a la superficie con la misma rapidez con la que se evapora (Geankoplis, 1998).

1.2.6.3. Secado durante el período de velocidad decreciente.

El punto C de la Figura 7b, corresponde al contenido crítico de humedad libre X_c . En este punto no hay suficiente agua en la superficie para mantener una película continua. La superficie ya no está totalmente mojada, y la porción mojada comienza a disminuir durante el periodo de velocidad decreciente hasta que la superficie queda seca en su totalidad en el punto D, cuando la superficie está 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. El agua evaporada atraviesa el sólido para llegar hasta la corriente de aire.

En algunos casos no hay discontinuidad definida en el punto D, y el cambio de condiciones de secado de una superficie con una humedad parcial a una superficie completamente seca, es tan gradual que no se detecte un punto de inflexión. Es posible que la cantidad de humedad que se elimina durante el periodo de velocidad decreciente sea bastante pequeña; no obstante, el tiempo requerido puede ser largo (Geankoplis, 1998).

1.2.7. Actividad del agua

El término de actividad de agua (a_w) se implantó para tener en cuenta la intensidad con que el agua se asocia a los diferentes componentes no acuosos del alimento (Fennema, 2000). Los componentes no acuosos

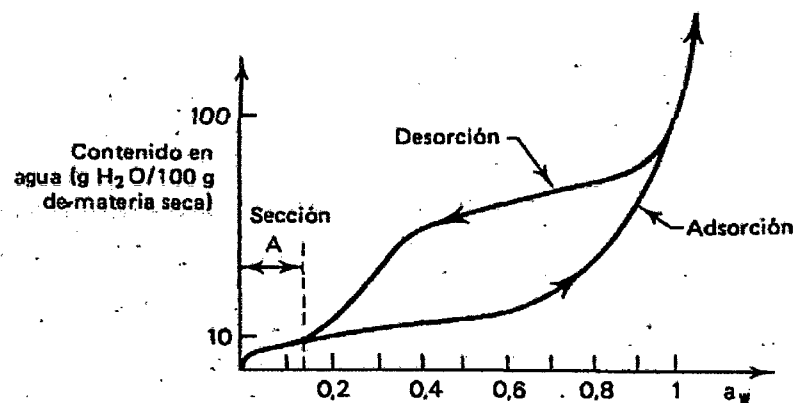
del alimento son: biopolímeros, azúcares, sales orgánicas e inorgánicos (Chirife, 1999).

La a_w es un término utilizado para indicar la relación entre la humedad de un alimento y la humedad relativa de equilibrio de la atmósfera que le rodea (Barbosa y Vega, 2000). Es el agua que se encuentra libre en el mismo y es necesaria para que las bacterias se multipliquen y permite que ocurran ciertas reacciones químicas en el mismo (Cheftel y Cheftel, 2000).

1.2.8. Isoterma de sorción

Una isoterma de adsorción (o de desorción) es la curva que indica, en el equilibrio y para una temperatura determinada, la cantidad de agua retenida por un alimento en función de la humedad relativa de la atmósfera que le rodea; o, si se quiere, e inversamente, la presión parcial de vapor ejercida por el agua del alimento, en función del contenido de agua en el mismo (Cheftel y Cheftel, 2000). De manera semejante, la de desorción equivale al proceso de deshidratación y refleja la forma como pierde agua (Badui, 1995).

Figura 8. Isotermas de adsorción y desorción de los alimentos.



Fuente: Cheftel y Cheftel (2000); Badui (1995).

1.3. Harinas

1.3.1. Definición de Harina

Según la Legislación peruana, harina es el producto resultante de la molienda del grano de trigo (*Triticum aestivum* L.) con o sin separación parcial de la cáscara (ITINTEC, 1982). La designación "harina" es exclusiva del producto obtenido de la molienda de trigo.

- **Harina de trigo integral:** es una harina oscura que se obtiene de la molienda del grano de trigo con todas sus envolturas celulósicas. Según el grado de molienda se admiten 3 tipos: grueso, mediano y fino. Puede utilizarse sola.

- **Harina de Graham:** es una harina integral con un porcentaje más alto de salvado. Sylvester Graham fue un nutricionista americano que luchó a principios del siglo XIX por una alimentación más natural donde el salvado debía ser incluido en los amasados de pan.

1.3.2. Harina Sucedánea

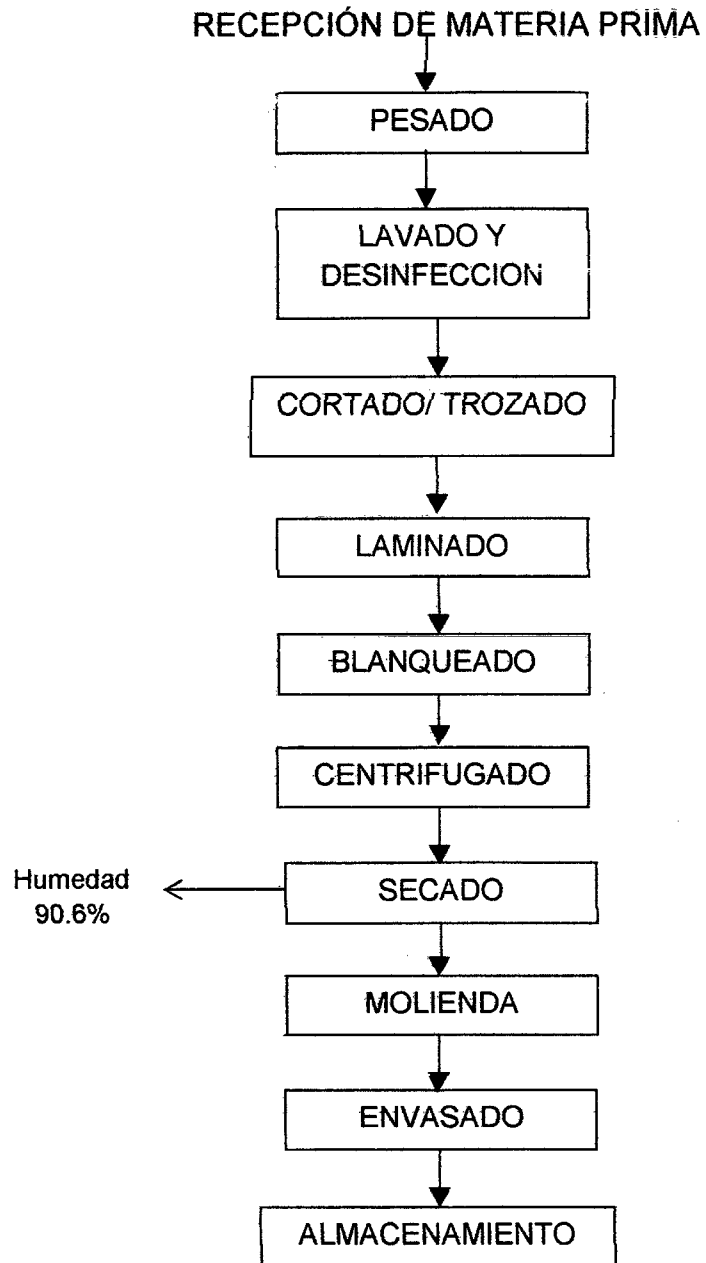
Es el producto obtenido de la molienda de cereales, tubérculos, raíces, leguminosas y otras que reúnan características apropiadas para ser utilizadas en el consumo humano (NTP 205.040).

Según ITINTEC (1976), se les denomina harinas sucedáneas a los productos obtenidos de la molienda de otros granos (cereales y menestras), tubérculos y raíces que les corresponde la denominación de "harina"

seguida del nombre del vegetal del que provienen, por ejemplo Harina de Loche la cual se obtiene del deshidratado y molienda del zapallo loche (*Cucurbita moschata Duchesne*).

1.3.3. Harina Compuesta

Según NTP 205.40, es el producto obtenido de la mezcla de 2 ó más harinas sucedáneas o de estas en harina de trigo.

Figura 9. Diagrama de flujo para la harina de loche

Fuente: Agroindustria Muchik SAC. (2012).

1.4. Prueba estadística

1.4.1. Análisis de varianzas “anova”

En estadísticas, análisis de varianza (ANOVA, según terminología inglesa) es una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados. El análisis de varianza sirve para comparar si los valores de conjunto de datos numéricos son significativamente distintos a los valores de otro o más conjunto de datos, es decir, el análisis de la varianza (o Anova: Analysis of variance) es un método para comparar dos o más medias, que es necesario porque cuando se requiere comparar más de dos medias es incorrecto utilizar repetidamente el contraste basado en la t de Student.

- Bases del análisis de la varianza

Supónganse k muestra aleatorias independiente, de tamaño n , extraídas de una única población normal. A partir de ellas existen dos maneras independientes o de estimar la varianza de la población (Tripla, 2000).

- ✓ Una llamada varianza dentro de los grupos (ya que sólo contribuye a ella la varianza dentro de las muestras), o varianza de error, o cuadros medios del error, y habitualmente representada por MSE (Mean Square Error) o MSW (Mean Square within) que se calcula como la media de las k varianzas muestrales (cada σ varianza muestral es un estimador centrado de cuadrados y la media de k estimadores centrados es también un estimador centrado y más eficiente que todos ellos). MSE es un cociente: al numerador se le llama suma de cuadrados del

error y se representa por SSE y al denominador grados de la libertad por ser los términos independientes de la sumas de cuadrados.

- ✓ Otra llamada varianza entre grupos (sólo contribuye a ella la varianza entre las distintas muestras), o varianza de los tratamientos, o cuadrados medios de los tratamientos y representa por MSA o MSB (Mean Square Between). Se calcula a partir de la varianza de las medias muestrales y es también un cociente, al numerador se le llama suma de cuadrados de los tratamientos (se le representa por SSA) y al denominador $(k-1)$ grados de libertad.

1.4.2. Test Tukey

Se debe utilizar el test de Tukey:

- Cuando el tamaño de las muestras seleccionadas para cada grupo son iguales.
- Cuando el interés fundamental es comparar promedios entre dos grupos y son múltiples las comparaciones que estamos haciendo. Por tanto este test es el más utilizado, y al parecer, el más recomendado por los estadísticos.
- Se utilizan los resultados de forma global y según grupo individualizado. El nivel de significación de las diferencias entre grupos se determina con el análisis de variancia y test de Tukey Post Hoc (Cajamarca, 2010).

II. MATERIALES Y METODOS

2.1. Localidad e Institución de ejecución

La ejecución de la presente Tesis se realizó en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo - Laboratorios de Fisicoquímica, Alimentos y Procesos Unitarios de la FIQIA.

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

Se utilizaron loches provenientes del distrito de Illimo y que se expenden en el Mercado Mayorista "Moshoqueque" del distrito de José Leonardo Ortiz – Chiclayo.

2.2.2. Muestra

Se tomaran muestras de 15 Kg. de loche seleccionados según el criterio práctico para la industrialización de los mismos, es decir, en su estado de madurez optimo, tomando sólo aquellos sanos y sin daños mecánicos.

2.2.3. Variables

- Variable independiente:

- ✓ Temperatura de Secado (60, 70 y 80°C).
- ✓ Acondicionamiento de la materia prima (Rodajas, Rallado y Triturado).

- Variable dependiente:

- ✓ Características organolépticas (color, olor y sabor).
- ✓ Contenido de humedad en porcentaje.

2.3. Materiales, equipos y reactivos

2.3.1. Materiales

- 01 Cronometro
- 03 Placas Petri
- 05 Desecadores de vidrio
- 02 Pinzas metálicas
- 03 Cápsulas de porcelana
- 03 Crisoles de porcelana
- Pipetas (5, 10 ml)
- Vasos de precipitación (50, 100, 250, 600 y 1000 ml).
- Fiolas (300 ml)
- Probetas (50, 100, 150 y 200 ml)
- Buretas de 25 y 50 ml c/u
- Papel filtro whattman No. 40-42
- Piscetas.
- Embudo de vidrio
- 05 Matraz (250 ml)
- 06 Vasos de precipitación (20, 50, 100 y 200 ml).

2.3.2. Equipos:

- Balanza electrónica SATORIUS modelo BP301S; $d=0.1\text{mg}$; $W_{\text{máx.}}$ 303 gr
- Balanza semianalítica EXCELL modelo BH-300; $d=0.01\text{gr}$; $W_{\text{máx.}}$ 300gr
- Estufa Digital MEMMERT (220 ° C)
- Mufla Digital THERMOLYNE (1200 ° C)

- Digestor BUCHI modelo Digeston Unit K-424
- Secador de Bandejas Horizontal, motor monofásico de 220 vol.
- Juego de tamices, marca W.S.TYLER ASTM E-11 SPECIFICATION N° 40, 60, 100,200.
- pHmetro digital HANNA modelo PH210
- Refractómetro, marca CARLZEISS JENA, modell I, Hungría
- Molino manual de tornillo sin fin
- Equipo Soxhelt
- Equipo micro Kjeldahl
- Vernier o pie de rey
- Termómetros de -10°C a 250°C.

2.3.3. Reactivos:

- Solución de NaOH 0.1 N, 2 N, 40%
- Ac. Sulfúrico concentrado, 0.1 N
- Solución de fenolftaleína al 0.1%
- 2,6 dicloroenol indofenol
- Solución de Fellingh A y Fellingh B
- Ac. Bórico 4%.
- Solución de Ac. Clorhídrico 0.1 N
- Mezcla catalizadora: Sulfato de Potasio (10g) y Sulfato de cobre (1 g)
- Solución de Ferrocianuro de Potasio 5%.
- H₂O destilada.
- Solución Alcohólica de rojo de metilo 0.1%
- Soluciones saturadas (H₂SO₄, NaNO₂, K₂CrO₄, NaCl y H₂O).
- Hipoclorito de sodio 5%.

2.4. Métodos e Instrumentos de recolección de datos.

Los métodos de análisis que se emplearon para el desarrollo del trabajo de investigación se presentan a continuación:

2.4.1. Caracterización de la materia prima

2.4.1.1. Determinación de las propiedades físicas

Para la determinación de estas propiedades físicas se utilizó la metodología propuesta por Mohsenin (1986), determinando las dimensiones del fruto considerando la longitud (L) y el diámetro (Φ), peso (P), volumen (V) y densidad (ρ).

2.4.1.2. Determinación de las propiedades organolépticas

El estudio organoléptico de los frutos del loche permitió distinguir ciertas características en base a los descriptores que se detallan a continuación:

Color de la pulpa, se determinó mediante la escala numérica presente en el abanico Roche (Carranco, 2002). El análisis del sabor, olor y textura se realizó subjetivamente mediante apreciación de los sentidos.

2.4.1.3. Determinación de las propiedades fisicoquímicas

Se determinó humedad, proteína, grasa, fibra y ceniza siguiendo la metodología recomendada por la AOAC, 1997. Los carbohidratos se determinarán por diferencia, respecto a los otros

componentes (AOAC 986.25:1990). Además de pH, acidez, sólidos solubles y azúcares reductores.

Cuadro 4 . Análisis fisicoquímicos de la materia prima.

ANALISIS QUIMICO	METODO EMPLEADO	LUGAR DE EJECUCION
Humedad	AOAC 925.09	Laboratorio. de Fisicoquímica de la FIQIA – UNPRG
Proteínas	AOAC 954.01	
Materia Grasa	AOAC 920.39	
Fibra Cruda	AOAC 962.09	
Cenizas	AOAC 923.03	
Carbohidratos	AOAC 986.25:1990	
pH	AOAC 943.02	
Azúcares Reductores	Método de Fehling (Aurand et al, 1987)	
Sólidos Solubles	Método refractométrico AOAC, 1997	
Acidez Titulable	AOAC 942.15	

Fuente: Elaboración propia (2014).

2.4.2. Caracterización de la harina de Loche

2.4.2.1. Determinación de las propiedades físicas

Para el análisis físico de la harina de loche se determinó la masa, volumen y la densidad aparente (ρ) utilizando la metodología propuesta por Topuz, A. *et al.* (2005), además de su granulometría (AOAC 965.22).

2.4.2.2. Determinación de las propiedades organolépticas

Las propiedades organolépticas se determinó evaluando el color de la harina empleando la metodología de Carranco (2002),

olor, sabor y textura usando una evaluación subjetiva a través de los sentidos.

2.4.2.3. Determinación de las propiedades fisicoquímicas

La composición fisicoquímica para harina se determinó por los métodos establecidos en la norma técnica peruana, con la finalidad de determinar en ella sus componentes y características.

Cuadro 5. Propiedades fisicoquímico de la harina de loche

ANALISIS REALIZADO	METODO EMPLEADO	LUGAR DE EJECUCION
Humedad	NTP 205.037:1975	Laboratorio de Fisicoquímica de la FIQIA – UNPRG
Proteínas	NTP 205.042:1976	
Materia Grasa	NTP 205.041:1976	
Fibra Cruda	AOAC 962.09:1997	
Cenizas	NTP 205.038:1975	
Carbohidratos	AOAC 986.25:1990	
Acidez Titulable	NTP 205.039:1975	
Ph	AOAC 943.02:1997	
Azucares reductores	Método de Fehling (Aurand et al, 1987)	
Sólidos Solubles	Método refractométrico AOAC 1980	

Fuente: Elaboración propia (2014).

2.4.2.4. Determinación de la Isoterma de Sorción

El grupo europeo de proyectos "COST" sobre propiedades físicas de los alimentos, usó y recomendó el modelo de Guggenheim; Anderson y Boer (GAB); para la construcción de isotermas de sorción de alimentos (Giovanelli *et al.* 2001).

2.5. Metodología experimental

A continuación se presentan las etapas del trabajo de investigación:

2.5.1. Caracterización de la materia prima.

2.5.1.1. Determinación de las propiedades físicas

Las propiedades físicas del loche se determinaron de la siguiente manera:

- **Dimensiones del fruto**, se midió directamente con un calibrador "pie de rey o Vernier" tomando del fruto dos medidas axiales perpendiculares (diámetro mayor y diámetro menor) y una medida de la longitud.
- **Masa del fruto**, se midió en una balanza mecánica en la cual se pesaron las unidades de muestra.
- **El volumen**, se determinó por el método del desplazamiento de líquido, se usó un recipiente (con medidas de volumen) y agua, pero lo recomendable es usar tolueno ya que este no se absorbe por los frutos (Topuz. *et al.*, 2005).
- **La densidad**, Con los valores de volumen y masa de los frutos se obtiene la densidad del fruto (ρ) (Topuz. *et al.*, 2005).

2.5.1.2. Determinación de las propiedades Organolépticas

Para el análisis organoléptico se evaluó el color de la pulpa empleando el abanico Roche que presenta una escala numérica con valores del 1 al 15 (amarillo -rojo), el cual se acerca al fruto y se compara la similitud de color, cada hoja del abanico refleja un color que ha sido medido de forma objetiva (Carranco, 2002). El olor, sabor y textura se determinaron mediante apreciación de los sentidos.

2.5.1.3. Determinación de las propiedades fisicoquímicas

El análisis fisicoquímico del loche se determinó siguiendo la metodología de la AOAC (1997) para la humedad, proteína, grasa, fibra, ceniza, carbohidratos, pH, sólidos solubles, azúcares reductores y totales.

2.5.2. Proceso de obtención de la harina de loche

El proceso para la obtención de la harina de loche, se realiza con los siguientes pasos:

- **Recepción de la materia prima:** Se llevó a cabo una inspección visual de la materia prima, y se determinó el peso de la misma para establecer el rendimiento del proceso.
- **Lavado:** Se realizó en agua con una concentración de 30 ppm de hipoclorito de sodio. Es recomendable además realizar una desinfección de los equipos de proceso (tinajas, picadora y bandejas

de secado) utilizando una solución de 50 ppm de hipoclorito de sodio.

- **Acondicionado:** La materia prima se acondicionó de acuerdo a las formas siguientes:

✓ **Rodajas:** El loche fue rebanado en láminas delgadas y uniformes con dimensiones de 0.15 cm de espesor con un diámetro aproximado de 8 cm.

✓ **Rallado:** Se realizó mediante fricción de la materia prima sobre un rallador manual para obtener tiras delgadas con dimensiones de 8 cm de largo, 0.40cm de ancho y 0.07cm de espesor que serán colocadas sobre una bandeja, tomándose como superficie de contacto el área de la bandeja.

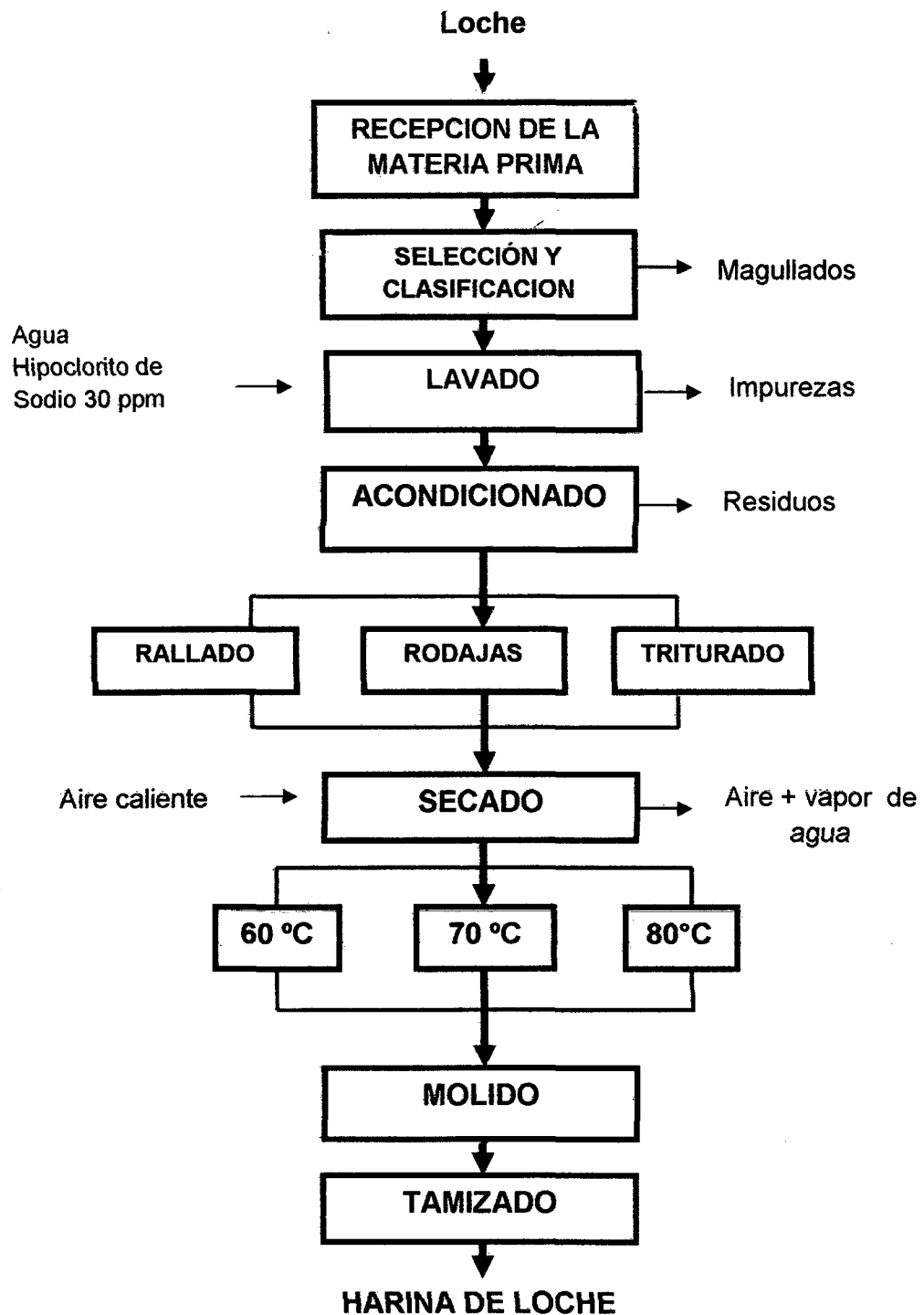
✓ **Triturado:** Se usó un molino manual para reducir el tamaño de partícula del loche fresco y después colocado en bandejas con dimensiones de 20 cm de largo, 12 cm de ancho y 2 cm de altura.

- **Secado:** El loche una vez acondicionado se disponen en bandejas con las dimensiones (20x12x2 cm.), las cuales serán llevadas al secador. Hasta que el producto llegue a peso constante.

- **Molienda:** Una vez seca la materia prima a un porcentaje de humedad del 4 al 6 %, deben ser reducidos de tamaño. En esta etapa pasa la materia prima pasa a través de un molino manual que es el equipo usado para obtener la reducción del tamaño.

- **Tamizado:** Después de que el producto es molido se realizó el procedimiento de tamizado y análisis granulométrico.
- **Envasado y Almacenamiento:** una vez obtenida la harina de loche se dejó enfriar antes de envasar para evitar la condensación de vapor. Después se envasó en bolsas de polipropileno de alta densidad. Después se almacenó en un lugar fresco sin exponer al sol ni a la humedad.

Figura. 10. Flujograma para la obtención de harina de loche



Fuente: Elaboración propia (2014).

2.5.3. Método de obtención de datos experimentales durante el secado

2.5.3.1. Manejo del secador de bandeja

- Abrir la llave para permitir el flujo de aire a través del secador, para luego encender el ventilador (soplador de aire), con ello se determinó en el manómetro la caída de presión máxima del sistema.

- El encendido del sistema calefacción de aire, se hizo utilizando el controlador, fijándose una temperatura establecida de trabajo de esta investigación (60, 70 y 80°C), la que se midió en la cámara de secado, se reguló y estabilizó mediante un sensor-controlador electrónico de temperatura.

- Se instaló cuatro termómetros, dos termómetros en la entrada del ventilador y dos en la boca de salida del aire después de haber pasado por la cámara de secado, para medir la temperatura del bulbo húmedo y seco.

- La preparación del material a secar. Se realizó pesando una cantidad significativa de loche acondicionado (rodajas, rallado o triturado) posteriormente se esparce uniformemente en la bandeja experimental. Finalmente debe introducir la bandeja con el material acondicionado al secador, previamente calentado. El aire caliente ingresó inmediatamente a la cámara de secado que contenía las bandejas con la muestra de pulpa de loche, y su flujo fue paralelo a la muestra.

- El registro de los datos experimentales, se inicia registrando la masa de la muestra en el tiempo cero, y cada intervalo definido de 5 minutos, procediendo a pesar la muestra (anotándose los valores de tiempo transcurrido y masa húmeda). Simultáneamente se registró la temperatura de la cámara de secado, la temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo del aire, a la entrada y salida del secador.

- El secado se finalizó cuando la muestra alcanzo su humedad de equilibrio, esto se refleja cuando la humedad del loche deshidratado no varía con respecto al tiempo. Primero fue necesario retirar la bandeja con el sólido, para luego apagar las resistencias eléctricas (calentador) y después de 10 minutos finalmente se apaga el soplador.

2.5.3.2. Obtención de la curvas de secado

Se obtienen las curvas de secado y curvas de velocidad de secado empleando el método aplicado en el libro "Procesos de transporte y operaciones unitarias", Geankoplis (1998) donde:

$$R = (Ws/A) \cdot \Delta x / \Delta t.$$

- Conversión de los datos

Los datos que se obtienen del experimento de secado, generalmente se expresan como peso total (W) del sólido húmedo a diferentes tiempos de t horas en el periodo de

secado. Estos valores se pueden convertir a datos de velocidad de secado por los siguientes procedimientos.

Primero se recalculan los datos. Si W es el peso del sólido húmedo en kilogramos totales de agua más sólido seco y W_s , es el peso del sólido seco en kilogramos. Para el cálculo de la Velocidad de secado, se determinó primero el peso de sólidos secos por medio de la siguiente relación:

$$\% \text{ SS} = 100 - \% \text{ H} \dots \dots \dots (\text{Ecuación 2})$$

$$W_s = W_{in} * \% \text{ SS} \dots \dots \dots (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

$\% \text{ ss}$ = Porcentaje de sólidos secos en la muestra.

$\text{H}\%$ = Porcentaje de humedad en base húmeda de la muestra Inicial.

W_s = Peso de sólido seco en la muestra (g).

W_{in} = Peso inicial de la muestra que se sometió al proceso de secado.

Luego se realizó los cálculos para obtener la humedad en base seca, mediante la siguiente fórmula, considerando que W_s es constante:

$$X_t = (W - W_s) / W_s \dots \dots \dots (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

X_t = Contenido de humedad en base seca (g de agua /g de solido seco).

W = Peso de la muestra en un tiempo t , (g).

W_s = Peso de sólidos secos (g).

Adicionalmente, para determinar la velocidad de secado, se debe calcular el parámetro de humedad libre, el cual se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$X = X_t - X^* \dots \dots \dots \text{(Ecuación 5)}$$

Donde:

X = Humedad Libre

X_t = Contenido de humedad en base seca (g de agua / g de sólido seco).

X^* = Humedad de equilibrio de la muestra.

La determinación de la x^* (humedad de equilibrio se selecciona experimentalmente de los datos de la humedad de la muestra seca, manteniéndose estable en el tiempo.

Posteriormente se calcula la Humedad media, (X_m) promediando los valores de humedad libre previamente obtenidos, $(X_i + X_{i+1})/2$.

Finalmente la velocidad de secado se obtiene relacionando la cantidad de agua que se elimina durante un tiempo determinado en el área de secado definida.

Es decir, se calcula un diferencial de x media y del tiempo para calcular la velocidad de secado mediante la siguiente fórmula:

$$R = \frac{W_s}{A} \approx \left(\frac{\Delta X}{\Delta t} \right) \dots \dots \dots \text{(Ecuación 6)}$$

Donde:

R = Velocidad de secado, (Kg de agua / h-m²).

W_s = Peso de sólido seco en la muestra (g).

A = Área superficial de la muestra, (m²).

Δx = Diferencia de humedad libre media, (Kg de agua/Kg de s.s).

Δt = Diferencial de intervalos de tiempo, (hr).

Esta velocidad R es el promedio en el periodo de t_1 a t_2 y debe graficarse a la concentración media $X = (X_1 + X_2)/2$.

- Obtención de los gráficos de las curvas de secado.

Son representados gráficamente curvas de secado y curva de velocidad de secado, del cual podemos determinar la humedad crítica trazando una línea vertical en el punto C dirigido hacia la abscisa, el tramo de velocidad constante -BC- es una línea horizontal, siendo el punto C donde comienza la velocidad decreciente de secado.

✓ **Tramo BC : velocidad de secado constante**

Con los datos Gráfica de la curva de velocidad de secado, se puede determinar la velocidad constante de secado (BC), del cual se puede obtener la humedad crítica (X_c), en este intervalo del periodo de velocidad podemos obtener un promedio de la velocidad constante y su respectiva desviación estándar.

$$R_c = \overline{R_c} \pm \sigma \dots \dots \text{(Ecuación 7)}$$

✓ **Tramo CD : Velocidad de secado decreciente**

De la gráfica de la curva de velocidad de secado, se puede observar la velocidad decreciente de secado, representado en una recta del cual se halla su ecuación característica, donde $y = R$. \wedge $y = mx + b$

$$m = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{\sum x^2 \sum y - \sum xy \sum x}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

✓ **Tramo DE : Velocidad de secado decreciente**

De la gráfica de la curva de velocidad de secado, se puede observar la velocidad decreciente de secado, representado en una recta del cual se halla de igual manera que en el tramo CD.

2.5.4. Caracterización de la harina de Loche

La harina de Loche es un producto fino, que se obtiene del secado y molienda. Antes de determinar las características de la harina de loche, se realizó la isoterma de adsorción de dicha harina para predecir su estabilidad, relacionando la actividad de agua con la humedad del producto a una temperatura constante.

2.5.4.1. Isotherma de Adsorción para la harina de loche

Una forma de correlacionar la disponibilidad de agua en los alimentos es mediante el conocimiento de su isoterma de adsorción o desorción, y por consiguiente, su valor de monocapa molecular (Barbosa y Vega, 2000).

La isoterma de adsorción de humedad a 25°C, fue determinada empleando cinco soluciones saturadas de H₂SO₄, NaNO₂, NaCl, K₂CrO₄ y H₂O, las cuales cubren un rango de actividad de agua entre 0.0 y 1.0 y poseen humedades relativas de equilibrio conocidas, como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1 . Lista de Sales Utilizadas

Nomenclatura	Sal	Aw = %HR/100 a 25 ° C
H ₂ SO ₄	Ácido Sulfúrico	0.00
NaNO ₂	Nitrito de Sodio	0.64
NaCl	Cloruro de Sodio	0.75
K ₂ CrO ₄	Cromato de Potasio	0.87
H ₂ O	Agua	1.00

Fuente: Elaboración propia (2014).

2.5.4.2. Determinación de la propiedades físicas

En el análisis físico se determinó:

- **Densidad aparente (ρ_{ap}):** se determinó colocando una cantidad conocida de la harina del loche (M) en una probeta de 50 ml, dejando la menor cantidad de espacios vacíos, para obtener el volumen (V), ya con la masa y el volumen de la harina determinados se calculó la densidad aparente.

$$\rho_{ap} = M/V = (\text{Kg/m}^3) \dots\dots (\text{Ecuación 8})$$

- **Granulometría:** Se clasificaron los tamaños de partícula de la harina a través de un juego de tamices de la serie Tayler (N°40, 60, 100, 200 y fondo) diámetros de 425, 250, 150 y 75 μm respectivamente. La granulometría se determinó agitando 150 g de muestra que se tomaron por el método de cuarteo manual en el equipo de tamizado por un tiempo 15 minutos. Para el análisis granulométrico se procedió de la siguiente manera:

Se colocaron 150 gr de la harina obtenida anteriormente en un juego de tamices en cascada, es decir, ordenado de arriba abajo por orden decreciente de luz o abertura de malla. El producto a analizar se añadió sobre el primer tamiz, es decir aquel de abertura de malla mayor y se sometió el conjunto a un movimiento vibratorio por un tiempo de 15 minutos. Por último se realizó el pesado de cada retenido en el cual la suma total debería ser igual a la masa total de sólidos que se depositó en la tamizadora, obteniendo un producto uniforme.

2.5.4.3. Determinación de las propiedades organolépticas

Para el análisis organoléptico de la harina del loche se evaluó:

- **El color:** La evaluación se hace empleando una escala numérica cuya interpretación es fácil, en este caso se utilizó abanico Roche su escala numérica presenta valores del 1 al 15 (amarillo - rojo) (Carranco, 2002).
- **Olor y Sabor:** se determinaron de una manera subjetiva a través de los sentidos, dentro del cual se evaluó si la

harina fue agradable, aromática y no presento olores extraños.

- **Textura:** La harina debe de ser suave al tacto; al cogerla con la mano debe tener "cuerpo", pero sin formar un congelado, pues esto nos indicaría que es una harina con poca humedad.

2.5.4.4. Determinación de las propiedades fisicoquímicas

Se determinó el contenido de humedad, cenizas, proteínas, grasas, fibra y carbohidratos según los métodos de la norma técnica peruana para harinas (NTP 205.027), y siguiendo los métodos de la AOAC, 1997 se determinara pH, Acidez titulable, sólidos solubles.

2.5.4.5. Determinación de las isotermas de sorción

De hecho, se han propuesto más de 75 modelos matemáticos para representar las isotermas de diversos alimentos que se han dividido en categorías; entre ellos destacan los representados por las ecuaciones de Langmuir, de BET, de Anderson Guggenheim, etc. (Badui, 1995).

Cuadro 6. Modelos de isotermas de sorción

Modelo Matemático	Ecuación
<i>GAB</i>	$X_e = \frac{X_m CKA_w}{(1 - KA_w)(1 - KA_w + CKA_w)}$
<i>BET</i>	$\frac{X_e}{X_m} = \frac{CA_w}{1 - A_w} \left[\frac{1 - (N + 1)(A_w)^N + N(A_w)^{N+1}}{1 - (1 - C)A_w - C(A_w)^{N+1}} \right]$

Fuente: Montes, et al. (2008).

Recientemente, la isoterma de Guggenheim; Anderson y de Boer (GAB) ha sido ampliamente utilizada para describir el comportamiento de sorción en alimentos con un rango de actividad de agua de mayor aplicabilidad para el interés de alimentos: 0.1-0.9, pasando a ser la ecuación de mejor caracterización de sorción de agua en alimentos.

Ecuación de G.A.B

$$Me = \frac{C.K.mo.a_w}{(1 - K.a_w)(1 - K.a_w + C.K.a_w)}$$

Dónde:

Me = Humedad de equilibrio.

mo = Valor de monocapa, es la humedad del producto correspondiente a la situación en que los puntos de adsorción primarios están saturados por moléculas de agua.

C = es la constante de Guggenheim, característica del producto y relacionada con el calor de adsorción de la monocapa.

K = es un factor de corrección relacionado con el calor de sorción de la multicapa.

a_w = actividad de agua.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Caracterización de la materia prima

3.1.1. Propiedades físicas y organolépticas del loche fresco

Estas determinaciones se realizaron seleccionando 15 loches frescos según el criterio práctico para la industrialización de los mismos, es decir, en su estado de madurez óptimo, tomando sólo aquellos sanos y sin daños mecánicos. Los resultados se compararon con los realizados por INDECOPI como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Propiedades físicas y organolépticas del loche fresco.

Caracterización Física y Organoléptica del fruto del loche	Promedio de las Observaciones	INDECOPI
Longitud (L), cm	24	14.71 a 34.42
Peso (P), Kg	1.24	1.79 ± 0.53
Volumen (V), cm³	1210	---
Densidad (ρ), g/cm³	1.023	---
Diámetro (ø), cm	ø mayor:10.25 ø menor:7.04	8.86 a 13.05
Forma	Piriforme	Varia de piriforme a alargada
Tipo de superficie	Rugosa por presencia de verrugas.	De pocas a moderadas Verrugas
Textura	Firme	Media a fuerte
Sabor	Ligeramente Dulce	Dulce fuerte
Olor	Característico	De insípido a dulce.
Color de la pulpa	Escala Nº 04, Amarillo*	Amarillo mediano.
Color de cascara	Verde oscuro con líneas amarillas	Color verde oscuro gris.
* Color de la semilla	Escala Nº 01, Amarillo claro*	Carece de ellas, sobre todo los de formas alargadas

Presento un color Amarillo Nº 01 y 04, del abanico de Roche.

Fuente: Elaboración propia (2014).

Los resultados obtenidos de la evaluación de las propiedades físicas y organolépticas del fruto de *Cucurbita moschata* Duch. evaluados en el presente trabajo mostraron no tener diferencias entre sí, esto se atribuyen a que los frutos fueron recolectados en el mismo lugar, con el mismo estado de madurez y en una sola época del año, además que son frutos de la misma especie.

La longitud y peso del loche promedio obtenidos en este estudio fue de 24 cm. y 1.24 kg respectivamente que lo califica comercialmente como fruto de tercera (Para longitudes entre 20 a 30 cm y peso de 1.20 a 1.45 kg), de acuerdo a lo reportado por INDECOPI (2010).

El volumen del fruto (V) promedio fue de 1210 g/cm^3 , a simple vista los frutos de loche no son completamente iguales en volumen, lo cual queda demostrado con los valores entre las muestras obtenidos para este parámetro, esto se debe principalmente a la relación del peso y densidad del fruto.

En cuanto a la densidad de los frutos (ρ), fue de 1.0229 g/cm^3 . Estos valores nos indican, que los frutos, al tener una densidad mayor a la unidad son densos, es decir que la cantidad de espacios vacíos dentro del fruto son pocos Julián (2009).

El diámetro del fruto (D), tanto menor como mayor en el estudio fue de 7.4 y 10.4 cm. Respectivamente y de acuerdo con INDECOPI (2010), estaría por debajo de sus límites.

Características organolépticas de los frutos, para INDECOP (2010). El color de la pulpa es amarillo mediano y en el fruto de estudio presento un color amarillo (valor numérico 4 en la escala de roche), esta diferencia es debido al menor contenido de carotenos en el fruto, presentando así un valor relativamente bajo comparando con los resultados obtenido por Zambrano (2010), que evaluó a la *Cucurbita moschata* Duchesne ex poir. Presentando un color de pulpa que va desde amarillo intenso a naranja intermedio (9-13 en la escala de roche), eso se debe principalmente a la variedad de zapallo y tipo de suelo.

Según la literatura el olor del loche fue de insípido a dulce y el sabor dulce fuerte, en el estudio se obtuvo un olor característico y el sabor fue ligeramente dulce, esto debido a la composición del loche ya que este contiene mayor cantidad de azúcares reductores y carbohidratos.

Para Badui (2006), la percepción del aroma y sabor esta directamente asociada con la estructura, naturaleza química y propiedades fisicoquímicas (como hidrofobicidad, solubilidad, volatilidad, etc.) de los compuestos activos, pero también con la composición y estructura de cada alimento. La matriz que conforma la estructura de los alimentos es compleja y comprende varias fases, ya sea líquida, sólida o gaseosa. La afinidad de los componentes del sabor por alguna de estas fases puede acelerar o retardar la liberación de alguno de los componentes del sabor y por tanto modificar la percepción global del sabor, por lo que se han desarrollado cientos de formulaciones para un solo tipo de sabor, pero con aplicaciones específicas acordes a la composición de cada producto.

La textura firme del loche se encuentra relacionado al hecho de que el loche posee mayor cantidad de carbohidratos (INDECOPÍ, 2010).

Según Sánchez (2000), El loche, generalmente son más largos que anchos de formas variadas, cascara dura, pulpa amarilla naranja con grano fino y dulce, y con semillas pequeñas blanquecinas 1/2 a 2/3 de pulgada.

3.1.2. Propiedades fisicoquímicas del loche fresco

Estos análisis se realizaron por triplicado y los resultados de sus promedios se resumen en la tabla 3.

Tabla 3. Propiedades fisicoquímicas del loche fresco

PARÁMETROS	CONTIENIDO EN EL LOCHE FRESCO		
	Según en el estudio (2014)	Según INDECOPÍ (2010).	Según Collazos, (1996).
% Humedad	82.63	82.00	75.5
% Proteínas	4.45	1.13 - 2.97	1.60
% Grasas	0.12	0.0 - 0.13	0.10
% Cenizas	1.12	0.36 - 1.22	1.5
% Fibra	1.15	0.40 - 1.62	1.2
% Carbohidratos	11.68	13.23 - 16.41	21.1
% Materia Seca	17.37	18.0	---
% Azúcares Reductores	1.25	0.12 - 1.26	---
Sólidos Solubles (⁰ Brix)	11.50	14.0*	---
% Acidez	0.014	---	---
Potencial de hidrógeno pH	7.1	6.5*	---

*Adoptado de Henderson y Yapías, (2014).

Fuente: Los Autores (2014).

La humedad de la pulpa de loche en este estudio fue de 82.63% similar a la encontrada por Indecopi (2010) que obtuvo un 82%. Otros autores como Collazos *et al.*, (1996) indican un 75.5% de humedad.

El contenido de proteínas del loche en la presente investigación es de un 4.45%, el cual se encuentra por arriba de los rango encontrado por Indecopi, (2010) y collazos *et al.*, (1996).

En cuanto al contenido de grasas del loche se obtuvo un valor de 0.12 %, este resultado se encuentra dentro del rango de 0.0 a 0.13 % indicado por Indecopi (2010) y similar a la encontrado por Collazos *et al.*, (1996) que indican un 0.10%.

Las cenizas de la pulpa de loche en este estudio fue de 1.12% que se encuentra dentro del rango establecido por Indecopi (1996) entre 0.36 a 1.22% a diferencia de Collazos *et al.*, (1996) indica un valor de 1.5%.

El contenido de fibra en el loche en la presente investigación de un 1.15%, el cual se encuentra dentro del rango (0.40 a 1.62), encontrado por Indecopi, (2010) y similar a la encontrado por Collazos *et al.*, (1996) con un valor de 1.2%.

Los carbohidratos en el loche en este estudio fue de 10.9% que se encuentra por lo bajo del rango establecido por Indecopi, (2010) entre 13.23 a 16.41% a diferencia de Collazos *et al.*, (1996) indica un valor mayor de 21.1%.

Con respecto a la materia seca, se obtuvo un 17.37% valor similar al obtenido por Indecopi, (1996) el cual fue de 18%.

En el contenido de azúcares reductores en la presente investigación se obtuvo un valor de 1.25 en la pulpa de loche, dentro del rango de 0.12 a 1.26% obtenido por Indecopi (2010) como se aprecia es similar al valor máximo del rango presentado.

En la presente investigación se obtuvo un valor de sólidos solubles de 11.50 °Brix en el loche, siendo un valor menor al obtenido por Henderson y Yapias (2014), con un valor de 14.0 °Brix. Esta diferencia puede deberse a factores que dependen del estado de madurez y la condición de la cosecha, lo que influye en la acumulación de azúcares en el fruto. En relación al contenido de acidez, se obtuvo un valor de 0.014% de ácido cítrico y con un pH de 7.1; este resultado se encuentra arriba del pH indicado por Henderson y Yapias, (2014) el cual obtuvo un pH de 6.5.

De los resultados obtenidos existe poca diferencia con los proporcionados por Indecopi, (2010) y Collazos *et al.* (1996), estas diferencias se debe a las características especiales del zapallo loche otorgados por el suelo, agua y clima de la zona. Asimismo por las técnicas agrícolas que emplean en la producción. Por otro lado, la composición nutricional del zapallo loche analizado por Collazos *et al*, destaca por un alto contenido de carbohidratos y cenizas; por el contrario, posee bajo contenido de lípidos.

Según Badui (2006), los carbohidratos tienen un papel preponderante en las características de aroma y sabor, estos incluyen compuestos de bajo peso molecular que participan directamente como agente del sabor. Además, una gran cantidad de compuestos del aroma y

sabor provienen de la degradación de carbohidratos que se produce mediante las reacciones de oscurecimiento no enzimático.

3.2 Proceso de secado del loche

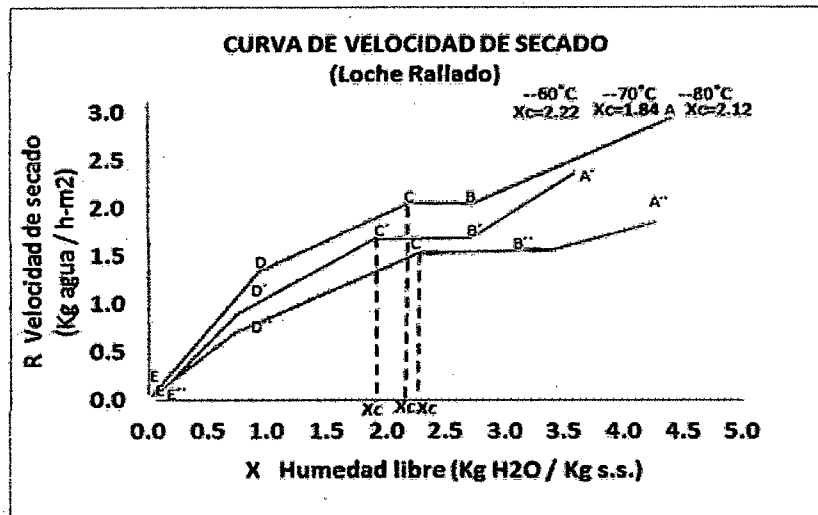
3.2.1. Análisis de las curvas de Secado

En las Figuras 11, 12, 13, 14, 15 y 16 se muestran las curvas de secado y de velocidad de secado obtenidas a las tres temperaturas de trabajo (60, 70 y 80°C) donde se pueden observar en primera instancia el efecto de la temperatura sobre el proceso. En términos generales y como era de esperar, al aumentar la temperatura del aire de secado aumenta la velocidad de secado. Por tanto, en función de los resultados obtenidos se deduce que la cinética de secado del loche es dependiente de la temperatura del aire de secado.

3.2.1.1. Para el Loche acondicionado en rallado.

Para el loche en las condiciones del experimento (Ver Figura.11), se presentan las curvas clásicas que siguen los alimentos (Geankoplis, 1998), donde existe un período de secado a velocidad constante y un período de secado a velocidad decreciente, siendo este último el que predomina durante el proceso por lo que es el más estudiado en el secado de alimentos.

Figura 111. Curva de velocidad de secado del loche rallado a las tres temperaturas de secado.



Fuente: Elaboración propia (2014).

Analizando las curvas se puede observar que:

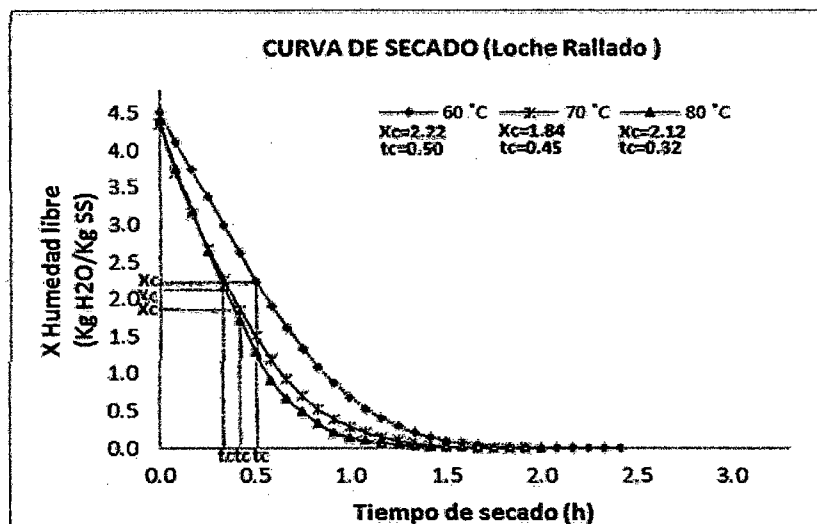
La curva a 60°C, presenta un periodo de calentamiento seguido del periodo de velocidad constante de 1.6475 Kg agua/h·m², retirando durante este periodo 1.138kg H₂O/kg de sólido seco. Durante el primer periodo de secado a velocidad decreciente retira una humedad de 1.555 kg H₂O/kg de sólido seco y en el segundo periodo de secado a velocidad decreciente se retira 0.681 H₂O/ kg de sólido seco. Durante el primer periodo de secado a velocidad decreciente el valor de la velocidad de secado disminuye hasta un valor de 0.782 kg/h·m², continuando descendiendo durante el segundo periodo de secado a velocidad decreciente hasta un valor 0.005 kg/h m².

La curva a 70°C, presenta un periodo de calentamiento seguido del periodo de velocidad constante de 1.9817 Kg agua/h-

m², retirando durante este período 0.876 kg H₂O/kg de sólido seco. Durante el primer período de secado a velocidad decreciente retira una humedad de 1.352 kg H₂O/kg de sólido seco y en el segundo período de secado a velocidad decreciente se retira 0.924 H₂O/ kg de sólido seco. Durante el primer período de secado a velocidad decreciente el valor de la velocidad de secado disminuye hasta un valor de 1.035 kg/h.m², continuando descendiendo durante el segundo período de secado a velocidad decreciente hasta un valor 0.005 kg/h m².

La curva a 80°C, presenta un periodo de calentamiento de 20 minutos seguido del periodo de velocidad constante de 2.0925Kg agua/h-m², retirando durante este período 0.481kg H₂O/kg de sólido seco. Durante el primer período de secado a velocidad decreciente retira una humedad de 1.233 kg H₂O/kg de sólido seco y en el segundo período de secado a velocidad decreciente se retira 0.913 H₂O/ kg de sólido seco. Durante el primer período de secado a velocidad decreciente el valor de la velocidad de secado disminuye hasta un valor de 1.392kg/h.m², continuando descendiendo durante el segundo período de secado a velocidad decreciente hasta un valor 0.005 kg/h m².

Figura 12. Curva de secado del loche rallado a las tres temperaturas de secado.



Fuente: Elaboración propia (2014).

En las curvas de secado del loche acondicionado a la forma de rallado de la Figura 12, se aprecian los tiempos de secado, humedad libre y también el contenido de humedad crítica, los cuales se analiza seguidamente:

En la curva de secado a 60°C presento un periodo de calentamiento de 20 minutos seguido del periodo de velocidad constante de 20 minutos, retirando en ese lapso de tiempo 1.138 kg de agua/kg de sólido seco con humedad crítica y tiempo crítico de 2.22 kg de agua/kg de sólido seco y 0.5 horas <> 30 minutos respectivamente, por último el periodo de secado a velocidad decreciente con un tiempo de duración de 100 minutos, retirando de la materia prima un contenido de humedad de 2.236 kg de agua/ kg

de sólido seco. Este proceso de secado del loche rallado a 60°C tuvo una duración de 140 min \approx 2.33 hr.

En la curva de secado a 70°C presento un periodo de calentamiento de 15 minutos seguido del periodo de velocidad constante de 15 minutos, retirando en ese lapso de tiempo 0.876 kg de agua/kg de sólido seco con humedad crítica y tiempo crítico de 1.84 kg de agua/kg de sólido seco y 0.45 horas \approx 27 minutos respectivamente, por último el periodo de secado a velocidad decreciente con un tiempo de duración de 86.7 minutos, retirando de la materia prima un contenido de humedad de 2.276 kg de agua/kg de sólido seco. Este proceso de secado del loche rallado a 70°C tuvo una duración de 116.7 min \approx 1.95 h.

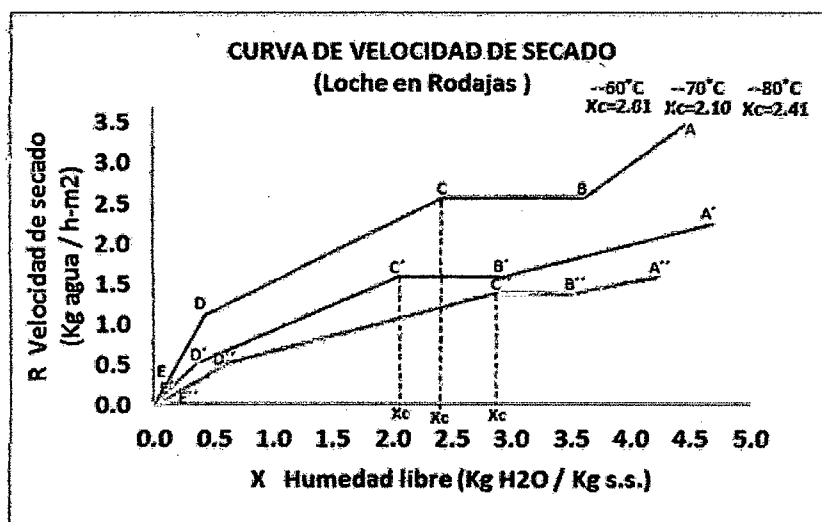
En la curva de secado a 80°C presento un periodo de calentamiento de 20 minutos seguido del periodo de velocidad constante de 10 minutos, retirando en ese lapso de tiempo 0.481 kg de agua/kg de sólido seco con humedad crítica y tiempo crítico de 2.12 kg de agua/kg de sólido seco y 0.32 horas \approx 19.2 minutos respectivamente, por último el periodo de secado a velocidad decreciente con un tiempo de duración de 90 minutos, retirando de la materia prima un contenido de humedad de 2.146 kg de agua/kg de sólido seco, este proceso de secado del loche rallado a 80°C tuvo una duración de 120 min \approx 2.0 h.

Se observa que las curvas de secado estuvo fuertemente influenciada por la temperatura y que el empleo de temperaturas más elevadas redujo significativamente el tiempo necesario para

secar la pulpa de loche rallado, o sea, para un mismo tiempo de proceso, cuanto mayor sea la temperatura del aire, mayor es la velocidad del secado. Para producir loche rallado a las temperatura de secado de 60, 70 y 80°C con humedad de aproximadamente 5.14, 4.82 y 4.72%, respectivamente. fueron necesarias 140 min de secado a 60°C, siendo que para 70 °C fue necesario 116.67 min y 120 min de secado para 80°C, aquí se observa que al aumentar la temperatura de 70 a 80°C en vez de disminuir el tiempo de secado, hay una ligero aumento de 3.33 min, hay que tener en cuenta que toma más tiempo en secar debido que a 80°C se deshidrata hasta una humedad inferior a la humedad obtenida al deshidratar a 70°C, lo que nos lleva a concluir que será más ventajoso económicamente deshidratar a 70°C, pero otros estudios serán necesarios para evaluar la posible pérdida de nutrientes.

3.2.1.2. Para el Loche acondicionado en rodajas.

Figura 13. Curva de velocidad de secado del loche en rodajas a las tres temperaturas de secado.



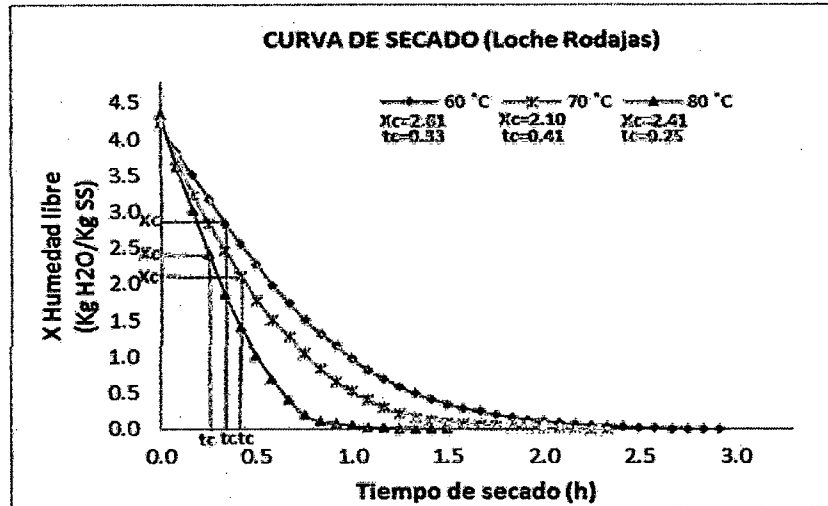
Fuente: Elaboración propia (2014).

En la Figura 13 se observa que la curva de 60°C , presenta un periodo de calentamiento AB, seguido del periodo de velocidad constante BC de $1.4453 \text{ Kg agua/h-m}^2$, retirando durante este periodo $0.670 \text{ kg H}_2\text{O/kg}$ de sólido seco. Durante el primer periodo de secado a velocidad decreciente retira una humedad de $2.118 \text{ kg H}_2\text{O/kg}$ de sólido seco y en el segundo periodo de secado a velocidad decreciente se retira $0.705 \text{ H}_2\text{O/ kg}$ de sólido seco. Durante el primer periodo de secado a velocidad decreciente el valor de la velocidad de secado disminuye hasta un valor de 0.570 kg/h.m^2 , continuando descendiendo durante el segundo periodo de secado a velocidad decreciente hasta un valor 0.005 kg/h m^2 .

La curva a 70°C, presenta un periodo de calentamiento AB, seguido del periodo de velocidad constante BC de 1.5856Kg agua/h-m², retirando durante este período 0.728 kg H₂O/kg de sólido seco. Durante el primer período de secado a velocidad decreciente se retira una humedad de 1.701 kg H₂O/kg de sólido seco y en el segundo período de secado a velocidad decreciente se retira 0.384 Kg H₂O/ kg de sólido seco. Durante el primer período de secado a velocidad decreciente el valor de la velocidad de secado disminuye hasta un valor de 0.502 kg/h.m², continuando descendiendo durante el segundo período de secado a velocidad decreciente hasta un valor 0.001 kg/h m².

La curva a 80°C, presenta un periodo de calentamiento AB, seguido del periodo de velocidad constante de 2.6272Kg agua/h-m², retirando durante este período 1.194 kg H₂O/kg de sólido seco. Durante el primer período de secado a velocidad decreciente se retira una humedad de 2.014 kg H₂O/kg de sólido seco y en el segundo período de secado a velocidad decreciente se retira 0.419 Kg H₂O/ kg de sólido seco. Durante el primer período de secado a velocidad decreciente el valor de la velocidad de secado disminuye hasta un valor de 1.147kg/h.m², continuando descendiendo durante el segundo período de secado a velocidad decreciente hasta un valor 0.005 kg/h m².

Figura 14. Curva de secado del loche en rodajas a las tres temperaturas de secado.



Fuente: Elaboración propia (2014).

Observamos en la figura 14 para la curva de secado a 60°C que presento un periodo de calentamiento de 10 minutos seguido del periodo de velocidad constante de 15 minutos, retirando en ese lapso de tiempo 0.670kg H₂O /kg de sólido seco con humedad crítica y tiempo crítico de 2.81 kg H₂O /kg de sólido seco y 0.33horas<>19.8 minutos respectivamente, por último el período de secado a velocidad decreciente con un tiempo de duración de 153.3 minutos, retirando de la materia prima un contenido de humedad de 2.823 kg H₂O / kg de sólido seco. Este proceso de secado del loche rodaja a 60°C tuvo una duración de 178.3 min <>2.97 hr.

En la curva de secado a 70°C presento un periodo de calentamiento de 15 minutos seguido del periodo de velocidad

constante de 15 minutos, retirando en ese lapso de tiempo 0.728 kg H_2O /kg de sólido seco con humedad crítica y tiempo crítico de 2.10 kg H_2O /kg de sólido seco y 0.41 horas <> 24.6 minutos respectivamente, por último el período de secado a velocidad decreciente con un tiempo de duración de 108.3 minutos, retirando de la materia prima un contenido de humedad de 2.085 kg H_2O / kg de sólido seco. Este proceso de secado del loche en rodaja a 70°C tuvo una duración de 138.3 min <> 2.305 hr.

En la curva de secado a 80°C presento un período de calentamiento de 10 minutos seguido del periodo de velocidad constante de 15 minutos, retirando en ese lapso de tiempo 1.194 kg H_2O /kg de sólido seco con humedad crítica y tiempo crítico de 2.41 kg H_2O /kg de sólido seco y 0.25 horas <> 15 minutos respectivamente, por último el período de secado a velocidad decreciente con un tiempo de duración de 65 minutos, retirando de la materia prima un contenido de humedad de 2.432 kg H_2O / kg de sólido seco, este proceso de secado del loche en rodaja a 80°C tuvo una duración de 90 min <> 1.5 h.

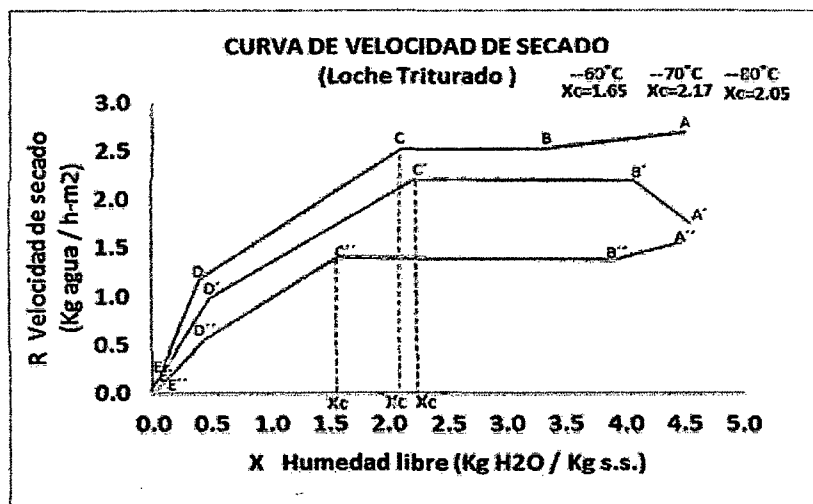
Por otra parte, los tiempo de secado para la temperatura de trabajo de 60°C fue 2.97 h. <> 178.3 min, 70°C fue 2.31 h <> 138.3 min y para la temperatura final de 80°C el tiempo fue de 1.5 h. <> 90 min. de los tres casos al trabajar con aire a 80°C se observa que toma menos tiempo en secar el loche, teniendo una gran diferencia de 48.3 min <> 0.81 h. con la temperatura de trabajo de 70 °C y 88.3min <> 1.47 h. a la temperatura de 60 °C. Por lo que

para reducir el tiempo de secado debe trabajarse a mayor temperatura, pero teniendo el cuidado de no afectar la calidad de la pulpa de loche seca.

Se observa que las curvas de secado fue fuertemente influenciada por la temperatura y que el empleo de temperaturas más elevadas redujo significativamente el tiempo necesario para secar la pulpa de loche en rodajas, o sea, para un mismo tiempo de proceso, cuanto mayor sea la temperatura del aire, mayor es la velocidad del secado. Para producir loche en rodajas a las temperatura de secado de 60, 70 y 80°C con humedad de aproximadamente 7.97, 7.44 y 6.93%, respectivamente. fueron necesarias 178.33 min de secado a 60 °C, siendo que para 70 °C fue necesario 138.33 min y 90 min de secado para 80 °C, lo que nos lleva a concluir que será más ventajoso económicamente deshidratar a 80°C, pero otros estudios serán necesarios para evaluar la posible pérdida de nutrientes.

3.2.1.3. Para el Loche acondicionado en triturado.

Figura 15. Curva de velocidad del loche triturado a las tres temperaturas de secado.



Fuente: Elaboración propia (2014).

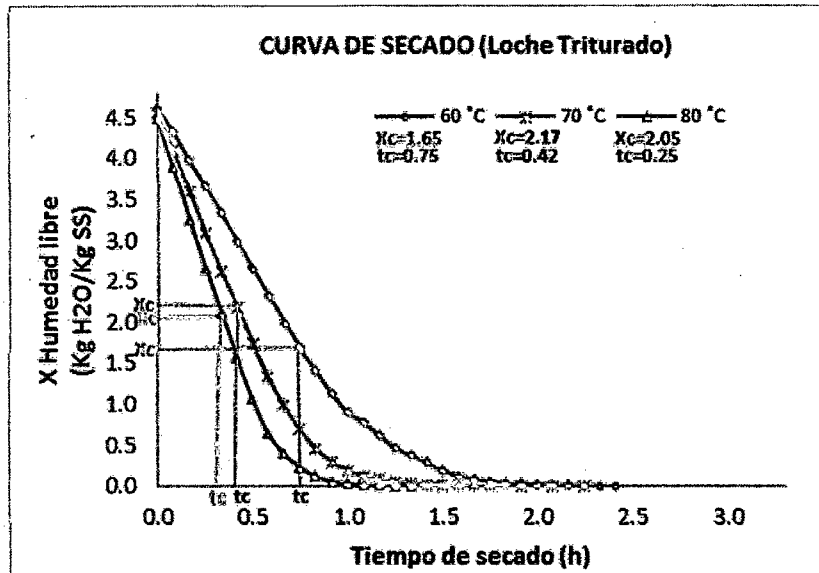
La curva a 60°C, presenta un periodo de calentamiento AB, seguido del periodo de velocidad constante BC de 1.4154Kg agua/h-m², retirando durante este período 2.283kg H₂O/kg de sólido seco. Durante el primer periodo de secado a velocidad decreciente retira una humedad de 1.222 kg H₂O/kg de sólido seco y en el segundo periodo de secado a velocidad decreciente se retira 0.422 H₂O/ kg de sólido seco.

Durante el primer periodo de secado a velocidad decreciente el valor de la velocidad de secado disminuye hasta un valor de 1.357 kg/h.m², continuando descendiendo durante el segundo periodo de secado a velocidad decreciente hasta un valor 0.001 kg/h m².

La curva a 70°C, presenta un periodo de calentamiento AB, seguido del periodo de velocidad constante BC de 2.0893Kg agua/h-m², retirando durante este período 1.926 kg H₂O/kg de sólido seco. Durante el primer período de secado a velocidad decreciente se retira una humedad de 1.725 kg H₂O/kg de sólido seco y en el segundo período de secado a velocidad decreciente se retira 0.448 H₂O/ kg de sólido seco. Durante el primer período de secado a velocidad decreciente el valor de la velocidad de secado disminuye hasta un valor de 0.952 kg/h.m², continuando descendiendo durante el segundo período de secado a velocidad decreciente hasta un valor 0.005 kg/h m².

La curva a 80°C, presenta un periodo de calentamiento AB, seguido del periodo de velocidad constante de 2.5325Kg agua/h-m², retirando durante este período 1.154kg H₂O/kg de sólido seco. Durante el primer período de secado a velocidad decreciente se retira una humedad de 1.658 kg H₂O/kg de sólido seco y en el segundo período de secado a velocidad decreciente se retira 0.409 H₂O/ kg de sólido seco. Durante el primer período de secado a velocidad decreciente el valor de la velocidad de secado disminuye hasta un valor de 1.072kg/h.m², continuando descendiendo durante el segundo período de secado a velocidad decreciente hasta un valor 0.005 kg/h m².

Figura 16. Curva de secado del loche triturado a las tres temperaturas de secado.



Fuente: Elaboración propia (2014).

En la curva de secado a 60°C presento un periodo de calentamiento de 15 minutos seguido del periodo de velocidad constante de 40 minutos, retirando en ese lapso de tiempo 2.283kg de agua/kg de sólido seco con humedad crítica y tiempo crítico de 1.65 kg de agua/kg de sólido seco y 0.75 horas<>45 minutos respectivamente, por último el periodo de secado a velocidad decreciente con un tiempo de duración de 90 minutos, retirando de la materia prima un contenido de humedad de 1.644 kg de agua/ kg de sólido seco, este proceso de secado del loche triturado a 60°C tuvo una duración de 145 min <>2.417 h.

En la curva de secado a 70°C presento un periodo de calentamiento de 10 minutos seguido del periodo de velocidad

constante de 25 minutos, retirando en ese lapso de tiempo 1.926 kg de agua/kg de sólido seco con humedad crítica y tiempo crítico de 2.17kg de agua/kg de sólido seco y 0.42 horas<>25.2 minutos respectivamente, por último el período de secado a velocidad decreciente con un tiempo de duración de 86.7 minutos, retirando de la materia prima un contenido de humedad de 2.173 kg de agua/kg de sólido seco, este proceso de secado del loche triturado a 70°C tuvo una duración de 121.7 min <>2.028 h.

En la curva de secado a 80°C presento un periodo de calentamiento de 10 minutos seguido del periodo de velocidad constante de 15 minutos, retirando en ese lapso de tiempo 1.154 kg de agua/kg de sólido seco con humedad crítica y tiempo crítico de 2.05 kg de agua/kg de sólido seco y 0.25 horas<>15 minutos respectivamente, por último el período de secado a velocidad decreciente con un tiempo de duración de 56.7 minutos, retirando de la materia prima un contenido de humedad de 2.068 kg de agua/kg de sólido seco, este proceso de secado del loche triturado a 80°C tuvo una duración de 81.7 min <>1.362 h.

Se puede destacar de todas las curvas de secado para el loche en triturado anteriormente presentadas, que las curvas estuvieron fuertemente influenciadas por la temperatura y que el empleo de temperaturas más elevadas redujo significativamente el tiempo necesario para secar la pulpa de loche triturado, o sea, para un mismo tiempo de proceso, cuanto mayor sea la temperatura del aire, mayor es la velocidad del secado. Para producir loche triturado

a las temperatura de secado de 60, 70 y 80°C con humedad de aproximadamente 5.05, 4.63 y 4.61%, respectivamente. Fueron necesarias 145 min de secado a 60 °C, siendo que para 70 °C fue necesario 121.67 min y 81.67 min de secado para 80 °C, lo que nos lleva a concluir que será más ventajoso económicamente deshidratar a 80°C, pero otros estudios serán necesarios para evaluar la posible pérdida de nutrientes y calidad del deshidratado

Tabla 4. Duración de los periodos de secado

Tratamiento del loche		Duración de los periodos de secado (min)				
		Periodo de calentamiento	Período a velocidad constante	Período a velocidad decreciente		Tiempo total de secado
				-AB-	-BC-	
Rallado	60°C	20.0	20.0	35.0	65.0	140.0
	70°C	15.0	15.0	25.0	61.7	116.7
	80°C	20.0	10.0	20.0	70.0	120.0
Rodajas	60°C	10.0	15.0	50.0	103.3	178.3
	70°C	15.0	15.0	40.0	68.3	138.3
	80°C	10.0	15.0	30.0	35.0	90.0
Triturado	60°C	15.0	40.0	35.0	55.0	145.0
	70°C	10.0	25.0	25.0	61.7	121.7
	80°C	10.0	15.0	20.0	36.7	81.7

Fuente: Los Autores (2014).

En la tabla 4, se observa claramente que los deshidratado del loche a la temperatura de trabajo de 60 y 70°C tanto para el deshidratado en rallado y triturado presentaron tiempos total de secado similares con una diferencia mínima de 5 minutos. En cambio a la temperatura de 80°C el deshidratado en triturado saco una gran ventajas diferenciándose del deshidratado en rallado en

38.3 minutos. Para el deshidratado en rodajas presentaron tiempos de secado altos al compararlo con el deshidratado en triturado a las tres temperaturas de secado (60, 70 y 80°C) y rallado a dos temperatura de secado (60 y 70°C), ya que el deshidratado en rallado a 80°C presento un tiempo de secado mayor al deshidratado en rodajas.

3.2.2. Propiedades organolépticas del loche deshidratado

El color de las muestras deshidratadas a las tres temperaturas de trabajo presentaron parámetros muy similares con respecto al color a excepción de la temperatura de trabajo de 80°C que presento un color amarillo intermedio (Escala N°:7) y amarillo verdoso oscuro, para los acondicionamiento en rallado, rodajas y triturado, esto se debe a que la deshidratación cambia las características de la superficie del alimento y por lo tanto su color, y los cambios químicos experimentados por los pigmentos, son producidos por el calor y oxidación que tienen lugar durante la deshidratación. (Cajamarca 2010). y por el contrario en la forma de acondicionado en rodajas a temperatura de 60°C y triturado a 60 y 70°C, seleccionadas como las más destacadas por conserva sus color. Por lo general, cuanto más largo es el proceso de deshidratación y más elevada la temperatura, mayor son las pérdidas de color.

El olor, las muestras en sus tres acondicionamiento y a las tres temperaturas de trabajo no cambio en el proceso deshidratado, esto se debe a que se llevó un adecuado control de las condiciones de deshidratación en las primeras fases del proceso (temperatura y

concentración de sólido), permitiendo así reducir al mínimo la pérdida de olores.

En cuanto al sabor del deshidratado, presento un sabor dulce esto se debe a la composición del leche ya que este contiene mayor cantidad de azúcares reductores.

Tabla 5. Comparación organoléptica del leche fresco y deshidratado

Acondicionamiento		Parámetros organolépticos					
		FRESCO			DESHIDRATADO		
		Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
Rallado	60°C	Amarillo (N°4)	Característico	Ligeramente Dulce	Amarillo Medio (N°5)	Característico	Dulce
	70°C				Amarillo Medio (N°5)	Característico	Dulce
	80°C				Amarillo Intermedio (N°7).	Característico	Dulce
Rodajas	60°C	Amarillo (N°4)	Característico	Ligeramente Dulce	Amarillo (N°4)	Característico	Dulce
	70°C				Amarillo Medio (N°5)	Característico	Dulce
	80°C				Amarillo Intermedio (N°7).	Característico	Dulce
Triturado	60°C	Amarillo Verdoso*	Característico	Ligeramente Dulce	Amarillo Verdoso*	Característico	Dulce
	70°C				Amarillo Verdoso*	Característico	Dulce
	80°C				Amarillo Verdoso oscuro*	Característico	Dulce

* Presento un color Amarillo verdoso, que no contemplado en el abanico de Roche.

Fuente: Elaboración Propia (2014).

3.2.3. Propiedades fisicoquímicas del loche deshidratado

En la Tabla 6, un aspecto que podemos resaltar de acuerdo a los resultados es la humedad final del deshidratado es menor en la forma de triturado, seguida de la forma de rallado y finalmente en rodajas, esto no solo se debe la cantidad de agua evaporada, sino también a la respuesta específica de acondicionamiento y temperatura de trabajo inducidas durante el secado dando como resultado cambios en la humedad, la forma y dimensiones del mismo.

En cuanto al contenido de proteína obtenida en las muestras de loche deshidratados fue de 3.48 a 3.95%, probablemente sucedió debido a que al perder agua pudieron haberse perdido su contenido proteico, perdiendo su valor; esta reportado en investigaciones que se ha observado la perdida de este nutriente en los procesos convencionales en secado y deshidratado ya que el valor biológico de las proteínas secadas depende del método de secado. Las exposiciones prolongadas a altas temperaturas pueden hacer las proteínas menos útiles en la dieta. Los tratamientos de baja temperatura pueden aumentar la digestibilidad de las proteínas con respecto al material nativo.

En cuanto al loche deshidratado se observó que a diferencia del fresco presentó un contenido de grasa de 0.09 a 0.14, en este rango contiene el valor de contenido de grasa del loche fresco.

En la determinación de cenizas, se aprecia en la tabla 6 que el porcentaje de cenizas es menor en el loche fresco (1.12%) que en el deshidratado, este aumento en el deshidratado se debe a que la muestra de loche en el proceso de deshidratación perdió un porcentaje de agua, permitiendo que los elementos minerales se encuentren en mayor concentración.

El contenido de fibra en la muestra de loche fresco (1.15%) es menor con respecto al contenido de fibra en el loche deshidratado, esta diferencia se debe a que en el proceso de deshidratación, el almidón se gelatiniza y la celulosa se cristaliniza ocasionando que la textura sea más rígida y dura, el mayor contenido de fibra en estos productos nos lleva a que podrían usarse en la dieta alimentaria no únicamente como alimento nutritivo sino también como alimentos dietético.

Tabla 6. Composición fisicoquímica de las muestras deshidratadas

Tratamiento		Composición fisicoquímica del loche deshidratado					
		%H	%P	%G	%C	%CH*	%F
Rallado	60°C	5.14	3.82	0.10	2.61	88.33	3.17
	70°C	4.82	3.75	0.13	2.63	88.67	3.20
	80°C	4.79	3.73	0.14	2.58	88.76	3.23
Rodajas	60°C	7.87	3.95	0.12	2.58	85.48	3.09
	70°C	7.44	3.67	0.14	2.60	86.15	3.15
	80°C	6.93	3.64	0.14	2.59	86.70	3.18
Triturado	60°C	5.01	3.52	0.09	2.68	88.70	3.22
	70°C	4.63	3.48	0.12	2.65	89.12	3.25
	80°C	4.61	3.49	0.13	2.72	89.05	3.26

* Carbohidratos Totales calculados por diferencia.

Fuente: Elaboración propia (2014).

3.2.4. Análisis Estadístico del loche deshidratado

Tabla 7. Análisis de la varianza para la diferencia en el tiempo de secado

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Tiempo de Secado (min)

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	20551.852(a)	8	2568.981	138.725	.000
Intercept	426889.815	1	426889.815	23052.050	.000
Acondicionamiento	1701.852	2	850.926	45.950	.000
Temperatura	14735.185	2	7367.593	397.850	.000
Acondicionamiento* Temperatura	4114.815	4	1028.704	55.550	.000
Error	333.333	18	18.519		
Total	447775.000	27			
Corrected Total	20885.185	26			

a R Squared = .984 (Adjusted R Squared = .977)

Fuente: Elaboración propia (2013).

Para el caso del acondicionamiento del loche:

Como $F_{cal} = 45.950 > F_{tab} = 3.554$, entonces se rechaza la hipótesis nula y por lo tanto se concluye que hay diferencias entre la media de los bloques y consecuentemente hay influencia del acondicionamiento (Rallado, rodajas y triturado) sobre el tiempo de secado del loche.

Para el caso de las Temperatura de trabajo:

El H_0 se rechaza debido a que el valor de $F_{cal} = 397.850 > F_{tab} = 3.554$, por lo tanto cae en la zona de rechazo. Entonces se rechaza la hipótesis nula y por lo tanto se concluye que hay diferencias entre la media de los tratamientos y consecuentemente hay influencia del de la temperatura (60, 70 y 80°C) sobre el tiempo de secado del loche.

Como se analizó anteriormente hay diferencia significativa entre los tratamientos, y el objetivo del estudio es determinar qué acondicionamiento del loche es la adecuada para cada temperatura de secado. Con el fin de determinar qué acondicionamiento es el mejor utilizamos el método de Tukey.

Tabla 8. Resultado de la prueba de Tukey para el tiempo de secado

TIEMPO DE SECADO (min)				
Tukey HSD ^{a,b}				
Acondicionamiento del loche	N	Subset		
		1	2	3
TRITURADO	9	116.1111		
RALLADO	9		125.5556	
RODAJAS	9			135.5556
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 18.519.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b. Alpha = .05.

La tabla 8. nos muestra tres subconjuntos homogéneos, el primero formado por el acondicionamiento en triturado; el segundo por el acondicionamiento en rallado, y el tercer por el acondicionamiento en rodajas, llegando a confirmar que hay diferencias significativas entre los tres subconjuntos, siendo el acondicionamiento en triturado significativamente más efectivo que los acondicionamiento en rallado y rodajas (con un tiempo de secado medio de 116.111, superior a los obtenidos con los otros acondicionamiento), y significativamente superior al acondicionamiento en rallado y en rodajas.

Tabla 9. Análisis de la varianza para evaluar la diferencia de porcentaje de humedad

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: HUMEDAD EN %

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model ^a	42.042(a)	8	5.255	620.156	.000
Intercept	874.269	1	874.269	103169.797	.000
Acondicionamiento	40.168	2	20.084	2370.079	.000
Temperatura	1.504	2	.752	88.727	.000
Acondicionamiento * Temperatura	.370	4	.092	10.908	.000
Error	.153	18	.008		
Total	916.463	27			
Corrected Total	42.194	26			

a R Squared = .996 (Adjusted R Squared = .995)

Para el caso del acondicionamiento del loche:

Como $F_{\text{cal}} = 2370.079 > F_{\text{tab}} = 3.554$, entonces se rechaza la hipótesis nula y por lo tanto se concluye que hay diferencias entre la media de los bloques y consecuentemente hay influencia del acondicionamiento (Rallado, rodajas y triturado) sobre el % humedad final del producto final.

Para el caso de las Temperatura de trabajo:

La H_0 se rechaza debido a que el valor de $F_{\text{cal}} = 88.727 > F_{\text{tab}} = 3.554$, por lo tanto cae en la zona de rechazo. Entonces se rechaza la hipótesis nula y por lo tanto se concluye que hay diferencias entre la media de los tratamientos y consecuentemente hay influencia del de la temperatura (60, 70 y 80°C) sobre el % humedad del producto final.

Como se analizó anteriormente hay diferencia significativa entre los tratamientos, y el objetivo del estudio es determinar qué acondicionamiento del loche es la adecuada para cada temperatura de secado. Con el fin de determinar qué acondicionamiento es el mejor utilizamos el método de Tukey.

Tabla 10. Resultado de la prueba de Tukey para el porcentaje de humedad

HUMEDAD EN %				
Tukey HSD ^{a,b}				
Acondicionamiento del loche	N	Subset		
		1	2	3
TRITURADO	9	4.7400		
RALLADO	9		4.9189	
RODAJAS	9			7.4122
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .008.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b. Alpha = .05.

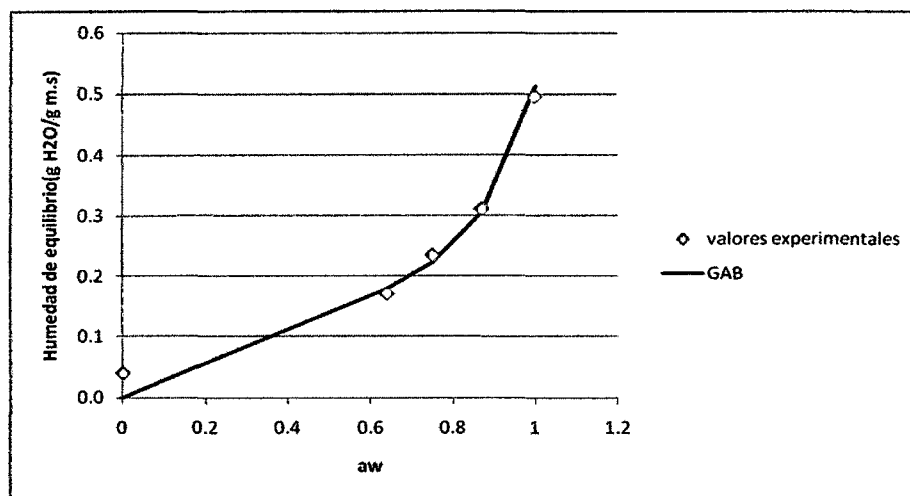
La tabla 10 nos muestra tres subconjuntos homogéneos, el primero formado por el acondicionamiento en triturado; el segundo formado por el acondicionamiento en rallado, y el tercero formado por el acondicionamiento en rodajas, llegando a confirmar que si hay diferencias significativas entre los tres subconjuntos, siendo el acondicionamiento en triturado significativamente más efectivo que los acondicionamiento en rallado y rodajas (con humedad media de secado de 4.7400, superior a los obtenidos con los otros acondicionamiento), y significativamente superior al acondicionamiento en rallado y en rodajas.

3.3. Caracterización de la Harina de Loche

3.3.1. Isotermas de Adsorción

La humedad inicial de la muestra de harina de Loche, fue de 0.051 g agua/g m.s. La figura 17 muestra las isotermas de adsorción para la harina de loche (secado a 70 °C y acondicionado rayado), en ella se observa una isoterma no lineal a una temperatura de trabajo de 25 °C y que tiene forma sigmoidea que son similares a la isoterma de tipo II, de las tres establecidas por Bell and Labuza (2000) y de las cinco establecidas por Van der Waals, las cuales son las más frecuentes en los alimentos como frutas y verduras (Debnath, et. al 2002).

Figura 17. Isotherma de adsorción de la harina de loche experimental y modelada con la ecuación de GAB a 25°C



Fuente: Elaboración propia (2014).

Los datos experimentales se modelaron con la ecuación propuestas por Guggenheim, Anderson y de Boer (GAB), debido a que este modelo

matemático, ajusta valores de a_w hasta 0,95 (Bell y Labuza, 2000). Todos los valores experimentales determinados se muestran en el Anexo N°17. Cada punto de la isoterma representa el valor medio de dos determinaciones.

Las isotermas de sorción de humedad en los alimentos muestran una relación entre actividad de agua y humedad de equilibrio del alimento a una temperatura y presión constante. Es por esto que para iniciar el estudio de secado por aire caliente del producto es necesario obtener la humedad de equilibrio (X^*), la cual se determina por medio de la isoterma de desorción del producto fresco (Vega *et al.*, 2007).

En la tabla 11 se muestran los resultados de los valores de las constantes de desorción para la harina de loche (X_m , C y K), obtenidas con la ecuación de GAB. Las constantes fueron determinadas, utilizando una herramienta computacional presente en el Microsoft Excel 2007. La secuencia del programa para determinar las constantes, y la fuente se reportan en el Anexo N° 17.

Tabla 11. Constantes de la ecuación de GAB obtenidas con dos métodos para determinar las isotermas de adsorción

Coefficientes de la Regresión	Método Estadístico	Método Gráfico
$\alpha=$	-10.131	-10.131
$\beta=$	12.071	12.071
$\gamma=$	0.0096	0.0096
Parámetros de Sorción		
$K=$	0.839	0.839
$C=$	1492.577	1499.176
$M_0=$	0.083	0.083
R^2	0.9782	0.9782

Fuente: Elaboración propia (2014).

Cheftel (1984), señala que los valores de la monocapa para la mayor parte de los alimentos se hallan en el intervalo de 3 a 10 gramos de agua por cada 100 gramos de sustancia seca.

Según Fennema (2000), menciona que los valores de C se comportan en relación directa con el calor de sorción, es decir, mayor es el valor de C a mayor calor de sorción y menor es el valor de C a menor calor de sorción.

Vega *et al.* (2005), mencionan que k es un factor de corrección relacionado con el calor de sorción de la multicapa.

Giovanelli *et al.* (2001) indican que, una buena descripción de las isothermas se da cuando las constantes se encuentran dentro del rango de $5,67 \leq C \leq \infty$ y $0,24 < K < 1$, como se observó en la tabla 7; los valores de las constantes C y K determinados para la harina de Loche se hallan dentro de ese rango.

3.3.2. Determinación de las propiedades físicas y organolépticas

Según la FAO (1991), para productos agrícolas sólidos, la densidad aparente de las Harinas se encuentran en un rango de 500 a 800 kg/m³, por lo que se puede considerar que la harina de loche se encuentra dentro de lo establecido con una densidad aparente de 526.3 Kg/ m³ como se muestra en la tabla 12.

Tabla 12. Densidad aparente de la harina de Loche.

Muestra	Masa (g)	Volumen (ml)	Densidad aparente (Kg/m ³)
Harina de Loche	200	380	526.3

Fuente: Elaboración propia (2014).

Esta cifra está cerca al valor reportado por Alva, (2007), para la harina de zapallo (*Cucurbita maxima*) de $0.560 \text{ g}\cdot\text{ml}^{-1}$. Los valores altos de densidad sugieren que son harinas de una granulometría fina que empacan bien en el envase.

Además el resultado obtenido es inferior a los determinados por Zakpaa *et al.*, (2010) para harina de plátano (*Musa sapientum* L.) (760 kg/m^3) pero similares a los reportados por Bressani *et al.* (2001), para harinas industriales de maíz con valores entre 410 y 550 kg/m^3 .

Para proporcionar un criterio de clasificación se muestra en la tabla 13 el análisis granulométrico realizado a la harina de loche. El método utilizado fue la tamización con tamices acoplados en cascada, donde el cernido de un tamiz constituye la alimentación del siguiente, por tanto se obtienen tantos rechazos como tamices constituyan la cascada y un solo cernido, constituido por el producto que atraviesa las mallas del último tamiz o tamiz de abertura de malla más pequeña.

Tabla 13. Granulometría de la molturación del loche deshidratado.

Tamiz (N°)	D (μm)	Retenido (g)	Retenido sobre la malla (%)
40	425	19.2	12.8
60	250	50.9	33.9
100	150	25.0	16.7
200	75	52.7	35.1
Recolector		2.2	1.5

Fuente: Elaboración propia (2014).

Como se observa en la harina obtenida casi el 50% presenta granulometría gruesa como nos muestra la tabla 13, presentando un decaimiento notable a partir del tamiz de 0.250 mm, donde podemos observar que existe un buen cernido es en el tamiz de 0.150 mm de diámetro, dejando de presentar cernido en el tamiz de 0.075 mm. Por tanto hay un incremento de rechazo desde este tamiz superando la cantidad de cernido del tamiz de 0.425 mm de diámetro.

En la tabla 14, se detallan las determinaciones organolépticas realizadas a la harina de loche.

Tabla 14. Propiedades Organolépticas de la harina de Loche.

Propiedades Organolépticas	Harina de loche
Color	N° 5: Amarillo intermedio*
Olor	Característico
Sabor	Dulce
Aspecto	Fino
Textura	Partículas solidas

*Amarillo intermedio según escala de roche.

Fuente: *Elaboración propia (2014).*

3.3.3. Propiedades fisicoquímicas

Tabla 15. Propiedades fisicoquímicas de la harina de loche.

COMPARACIÓN DE HARINAS DE ZAPALLOS			
PARÁMETROS	Harina de Loche (<i>Cucurbita moschata D.</i>) Según los autores (2014).	Harina de Auyama (<i>Cucurbita maxima L.</i>) Según Praderes et al., (2010).	Harina de Zapallo (<i>Cucurbita maxima</i>) Según Alva, (2007).
% Humedad	4.62	4.65	14.0
% Proteínas	3.48	7.21	0.80
% Grasas	0.12	0.92	0.0
% Cenizas	2.65	6.52	2.0
% Fibra	3.25	7.67	-
% Carbohidratos	89.13	80.57	76.0
Sólidos Solubles (°Brix)	0.40	-	-
% Acidez	0.08	-	-
Potencial de hidrógeno pH	6.95	5.69	7.0
Densidad, Kg/m ³	526.3	-	560.0
Granulometría, mm	0.150	-	0.210

Fuente: Elaboración propia (2014).

En la tabla 15 se muestra la composición química de la harina de loche comparado con otras harinas de zapallo.

El contenido de humedad de todas las harinas es menor de 15% lo que indica que pueden conservarse adecuadamente según la Norma Técnica Peruana (1985) para harinas sucedáneas.

Por otro lado, se determinó un contenido de proteína de 3.48%, siendo este superior al señalado por Alva, (2007) de 0.8% para harina de zapallo, aunque inferior al indicado por Praderes et al., (2010) y el Instituto Nacional de Salud, (2009) para harina auyama y de zanahoria de 7.21 y 7.30% respectivamente.

El contenido de grasa resultó reducido en un 0.12%, siendo esto característico de la mayoría de las hortalizas, y similar al indicado por INS, (2009) para la harina de zanahoria presentando un 1.5%, aunque al compararlo con 0.92% señalado por Praderes et al., (2010) que es relativamente más elevado.

El contenido de cenizas de la harina loche (*Cucurbita moschata* D.) puede ser considerado bajo cuando es comparado con los 6.52% de la harina de auyana (*Cucurbita maxima* L.) (Praderes et al., 2010) y 11.7% en la harina de zanahoria (INS, 2009), aunque superior cuando lo comparamos con harina de zapallo (*Cucurbita maxima*) presentando un 2% empleada en la panificación (Alva, 2007).

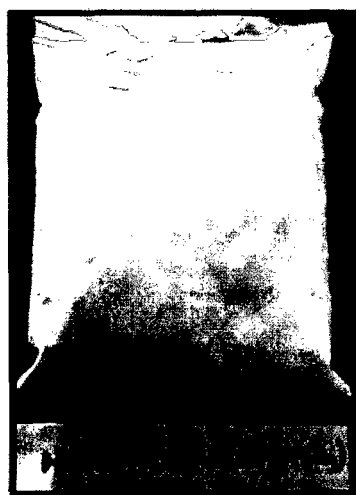
El contenido de fibra podría contribuir a la salud ya que su consumo tiene una influencia positiva sobre los procesos de digestión y absorción de nutrientes, presentando en la harina de loche un 3.25%, siendo este porcentaje menor a lo indicado por Praderes et al., (2010) y INS, (2009) presentando un contenido de 7.67% en harina de auyama y 6.9% en harina de zanahoria.

El valor de acidez de la harina de loche fue de 0.08 %; dicho valor es habitual para estos productos ya que la Norma Técnica Peruana (1985) 204.045 indica que las harinas no deben exceder el 2 % de acidez.

Por otro lado Silva et. al (2009), concluyo que teniendo en cuenta las reglamentaciones bromatológicas se consideran inaptas aquellas harinas que presenten un índice de acidez mayor a 0.1 expresada en ácido sulfúrico.

Según Egan *et al.* (1981), el pH de las harinas debe oscilar entre 6,0 y 6,8; en el caso de la harina de Loche analizada, el pH se encontró dentro de este rango. Estas harinas tienen baja acidez, lo cual indica un buen estado de conservación.

Figura 17. Harina de Loche.



Fuente: Toma propia (2014).

Tabla 16. Determinación del parámetro óptimo por cada acondicionamiento

Acondicionamiento	Temperatura (°C)	Color (Abanico de roche)	Humedad (%)	Tiempo de secado (Min)
Rallado	70	Amarillo medio (N°5)	4.82	116.7
Rodajas	70	Amarillo medio (N°5)	7.44	138.3
Triturado	70	Amarillo verdoso	4.61	121.7

Fuente: Elaboración propia (2014).

En la tabla anterior se resumen los mejores resultados obtenidos del secado del loche para determinar las condiciones de operación apropiadas por cada acondicionamiento que nos permitan obtener un producto deshidratado de alta calidad, así como la conservación de los componentes que le dan al loche su valor comercial.

Para el color del loche deshidratado acondicionado en rallado y rodaja se presentaron colores iguales (amarillo medio N°5), y el acondicionamiento en triturado el color amarillo verdoso, el cambio de color se debe a que este se degrada, la aparición de coloración marrón frecuentemente indeseadas, se asocia a reacciones de pardeamiento no enzimático (reacción de Maillard, propiciada por las altas temperaturas), pardeamiento de tipo enzimático y el producido por la caramelización de los azúcares, en la superficie del alimento.

En cuanto a la humedad el acondicionamiento en rallado y en triturado presentaron humedades similares, con una diferencia de 0.21%. En cambio el acondicionamiento en triturado presento una humedad final mayor que la de rallado y triturado.

Con respecto al tiempo de secado, los tres tipos de acondicionamiento a la temperatura de 70°C destacando sobre el de 60°C ya que requiere menos tiempo de secado con humedad inferiores y destacando sobre la temperatura 80°C por conservar el color lo mas similar al fruto fresco.

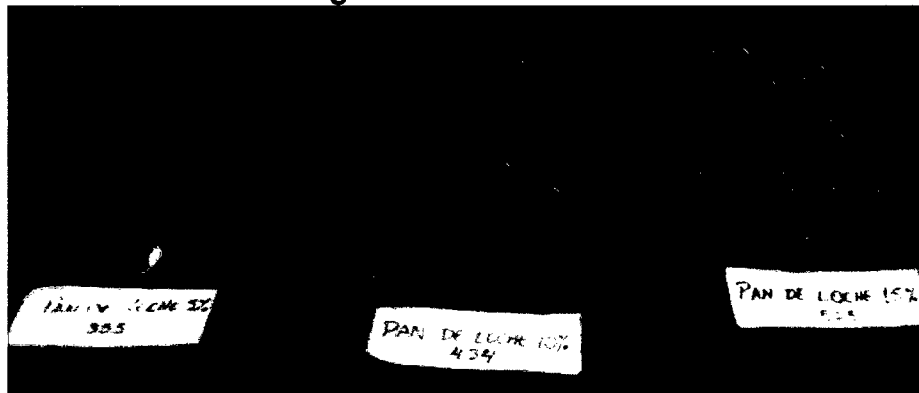
3.3.4. Elaboración de pan de yema con sustitución parcial de harina de trigo por harina de loche

Se llevó a cabo la elaboración de pan sustituido parcialmente con harina de loche con tres diferentes porcentajes de sustitución del 5, 10 y 15% la cual se evaluó su aceptabilidad a través de una escala hedónica de siete puntos por parte de 30 panelistas semi-entrenados seleccionados al azar.

Los datos obtenidos por los respectivos panelistas fueron analizados mediante el programa IBM SPSS Statistics 20.

Por lo que se obtuvo como resultado que la que mayor aceptación tuvo por parte de los panelistas es la Formulación 1 (5% de sustitución de harina de trigo por harina de Loche). Resultando la formulación ideal para la sustitución parcial en la panificación el porcentaje de 5% ya que es factible y ventajoso. Presentando similares características organolépticas a las de un pan de yema tradicional de harina de trigo, mientras a los de 10 y 15% de sustitución parcial se recomienda incorporar en su formulación mejoradores de masa que cumplan la función del gluten, tales como los hidrocoloides.

Figura 18. Pan de Loche



Fuente: Toma propia (2014).

IV. CONCLUSIONES

1. Se puede concluir, a partir de los ensayos preliminares, que la condición óptima de secado del loche fresco, es de 70°C y acondicionado en triturado, llegando a 4.63% de humedad, color amarillo verdoso, olor característico y un sabor dulce, además con un tiempo de proceso de secado de 121.7 minutos. Bajo estas condiciones y utilizando un molino manual, se procedió a la molienda determinando así el rendimiento y tamaño de partícula promedio lográndose obtener un 21.3% y 150 micrones, respectivamente.
2. Los tiempos de secado del loche fueron afectados por las variables de operación de temperatura y acondicionamiento, ya que al incrementar la temperatura del aire de 60 a 70 °C y de 70 a 80°C, el tiempo de secado se reduce en un 16.07% y un 27.59% respectivamente para el deshidratado en triturado. De la misma manera el tiempo de secado se reduce en un 16.64% y aumenta en un 2.36% para el deshidratado en rallado y para el deshidratado en rodajas con una reducción de 22.43% y un 27.09%.
3. El contenido de humedad en los productos deshidratado final, fue afectada por las variables temperatura y acondicionamiento, observándose una mayor pérdida de humedad en el acondicionamiento en triturado a sus tres temperatura de secado.
4. En la operación de secado, es importante controlar la humedad del producto deshidratado en función del tiempo y temperatura de secado; al producto no le podemos extraer toda su humedad porque se estaría afectando la naturaleza (desnaturalización) y por lo tanto, cambiarían sus propiedades.

5. La harina de Loche estudiada presentó una composición fisicoquímica constituida por 4.63% de humedad, 2.65% de cenizas, 3.48% de proteínas, 0.12% de grasa, 89.12% de carbohidratos, presentando un alto porcentaje de carbohidrato, superando generalmente los valores descritos en la bibliografía.
6. Según la isoterma de adsorción de la harina de Loche, el valor de humedad de equilibrio para este producto fue de 0.2504 Kg de agua/Kg s.s. El valor de la monocapa para la harina de Loche fue de 0.083 Kg de agua/ Kg s.s., el cual es el mínimo contenido de humedad en el que este producto logra su máxima estabilidad.
7. La harina procesada en condiciones higiénicas usando equipos limpios y sin contaminantes y almacenada bajo las condiciones adecuadas tendrá una duración de hasta 4 meses sin presentar rancidez y cambios en la coloración, el aroma y el sabor.

V. RECOMENDACIONES

En base a las variables estudiadas en la presente investigación se dan las siguientes recomendaciones.

1. Para la industrialización del harina de loche y obtener características organolépticas óptimas, se recomienda trabajar con temperatura de 70°C y acondicionado en triturado, para evitar que se produzcan cambios degenerativos en la pérdida de color y con tiempo óptimo de secado.
2. Para el envase harina de loche se recomienda utilizar bolsas plásticas de polietileno el cual tiene la propiedad de ser resistente e inerte y no altera las características del mismo.
3. Todo análisis de alimentos se debe realizar por partida triple como mínimo para tener una certeza de los resultados obtenidos.
4. Realizar estudios de investigación guiados por el desarrollo de nuevas tecnologías en la obtención de harina de loche para uso en la panificación.
5. Realizar pruebas de secado del loche con otras formas de acondicionamiento (cocido) y otros parámetros (diferentes velocidades de aire), para tener otras variables de estudio, con el fin de evitar mayor pérdida del valor nutricional y organoléptico que presenta el fruto en su estado fresco.
6. Evaluar su potencialidad en el desarrollo de otros productos de panificación y pastelería como por ejemplo empanadas, productos extruidos, etc., los cuales puedan brindar una alternativa de alimentación.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **Alava, C. (2007).** *Desarrollo del proceso y caracterización de harina de zapallo y formulación de subproductos.* Tesis para obtener el título de Ingeniero Alimentario. Guayaquil, Ecuador.
2. **AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL CHEMISTS). (1997).** *Officials Methods of Analysis.* 16 ed. Volumen I y II. Washington, D.C., U.S.A.
3. **Arias, T. (2002).** *Elaboración de un prototipo de frijol cocido, molido, deshidratado para uso instantáneo.* Tesis para obtener el título de ingeniero agroindustrial. Honduras.
4. **Aurand, L.W., Woods, A.E. y Wells, M.R. (1987).** *Composición de Alimentos y Análisis.* VI Libro, Nueva York (EE.UU.).
5. **Badui, S. (1995).** *Química de los Alimentos.* 2ª Ed. México: Alambra Mexicana.
6. **Badui, S. (2006).** *Química de los Alimentos.* 4ª Ed. México: Alambra Mexicana
7. **Barbosa, G.; Vega, H. (2000).** *Deshidratación de Alimentos.* Zaragoza, España: Editorial Acribia S.A., Págs. 27- 35, 130 – 135.
8. **Barrena, G., Maicelo, Q., Gamarra, T. Y Cardenas A. (2009)** Cinética de Secado de Lúcum (*Pouteria lucuma L.*) Amazonas, Perú. Trabajo de investigación. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
9. **Barreto, I. (2004),** *Influencia del tiempo de secado y flujo de aire sobre deshidratación de ají púprika utilizando un secador solar.* Tesis para obtener el título de ingeniero Químico. UNPRG, Lambayeque, Perú.
10. **Bell, L. y Labuza, T. (2000).** *Moisture sorption.* Practical aspects of isotherm measurement and use. American association of cereal chemists, Inc. USA. Second Edition.
11. **Bressani, R.; Turcios, J.; Reyes, L.; Mérida, R. (2001).** Caracterización física y química de harinas industriales nixtamalizadas de maíz de consumo humano en América Central. (En línea). México. Consultado 10 setiembre. 2014. Disponible en http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0004-06222001000300015&script=sci_arttext

12. **Cajamarca, R. (2010).** Evaluación nutricional de la oca (*Oxalis tuberosa* sara-oca) Fresca, endulzada y deshidratada en secador de bandejas. Tesis para obtener el grado de Bioquímico farmacéutico. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
13. **Carranco, J. (2002).** *Inclusión de harina de cabezas de camarón (panaeus sp.) en raciones para gallinas ponedoras y su efecto sobre la concentración de pigmento rojo de yema y calidad del huevo.* Tesis para obtener el grado de maestra en ciencias en el área de biotecnología. Universidad de colima, México.
14. **Cheftel, C. (1984).** *Introducción a la bioquímica y tecnología de los Alimentos.* Editorial Acribia, Zaragoza España.
15. **Cheftel, J. y Cheftel, H. (2000).** *Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos.* Vol. 2. Edit. Zaragoza: Acribia.
16. **Chirife, J. (1999).** *Predicción de la actividad de agua en alimentos.* Facultad de ciencias exactas y naturales. Universidad de Buenos Aires- Argentina.
17. **Chou, K y Chua, J. (2001).** *New hybrid drying technologies for heat sensitive foodstuffs.* Trends in Food Science and Technology, pp. 359 –369.
18. **Collazos C, Alvistur E, Vasquez J, Quiroz A, Herrera N, et al. (1996).** *Tablas peruanas de composición de alimentos.* 7 ed. Lima: Instituto nacional de salud, Centro nacional de alimentación y nutrición.
19. **Debnath, S; Hemavathy, J; Bhat, K. (2002)** Moisture sorption studies on onion powder. Food Chemistry, v. 78, n. 4, p. 479-482.
20. **Del valle para todos, (2011).** *"Buscan posicionar denominación de origen de Loche Lambayecano"* (en línea). Consultado 24 Mar. 2012. Disponible en <http://delvalleparatodos.wordpress.com/2011/04/13/buscan-posicionar-denominacion-de-origen-de-loche-lambayecano/>
21. **Doymaz, I. y Pala, M. (2003).** *The thin – layer drying characteristics of corn.* Journal of Food Engineering, 60, pp. 125- 130.
22. **Egan H., R. Kirk y R. Sawyer.(1981).** *"Análisis Químico de Alimentos"*.
a. Editorial C.E.C.S.A. México.
23. **FAO (1991).** *La ingeniería agrícola en el desarrollo: la selección de insumos de mecanización.* Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO N° 84.

24. Fennema, O. (2000). *Química de los Alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza (España).
25. Geankopolis, C. J. (1998). *Procesos de transporte y Operaciones unitarias*. 3ª Ed. Edit. Continental: México.
26. Giovanelli, G.; Zaroni, B.; Lavelli, V y Nani, R. (2001). *Water sorption, drying and antioxidant properties of dried tomato products*. Journal of food engineering, N° 52.
27. Gómez, G. (2009) Deshidratado de tomate saladette en un secador de charolas giratorias. Oaxaca, México. Tesis para obtener el título de ingeniero en alimentos. Universidad Tecnológica de la Mixteca.
28. Hatamipour, S. y Mowla, D. (2002). *Shrinkage of carrots during drying in an inert medium fluidized bed*. Journal of Food Engineering, 55, pp, 247-252.
29. Henderson. N. y Yapias. M. (2014). *Determinación de la cantidad de Polifenoles y su Actividad Antioxidante en el Zapallo Loche (Cucurbita moschata Duchesne) fresco, sancochado y frito procedente del departamento de Lambayeque*. Tesis de grado para optar al título de licenciado en nutrición y dietética. Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas. Lima-Peru.
30. INDECOPI (2010). *Denominación de origen del loche Lambayecano* (en línea). Resolución N° 018799/DSD-INDECOPI, Consultado 24 Mar. 2012, de: [http://www.indecopi.gob.pe/repositorioaps/0/11/jer/deno_deorigen_otorgadas/DON%20006%20-%20389877-2009%20-%20LOCHE%201%20\(Resoluci%C3%B3n\)%20r1.pdf](http://www.indecopi.gob.pe/repositorioaps/0/11/jer/deno_deorigen_otorgadas/DON%20006%20-%20389877-2009%20-%20LOCHE%201%20(Resoluci%C3%B3n)%20r1.pdf)
31. Instituto Nacional de Salud, (2009). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Edit. Fimart S.A.C. Lima-Peru.
32. Julián, L. (2009). *Propiedades físicas y químicas de tres variedades del fruto de Annona Diversifolia*. Tesis de grado para optar al título de ingeniero en alimentos. Universidad Tecnológica de la Mixteca. México.
33. Lin, M.; Durance, D y Scaman, H. (1998). *Characterization of vacuum microwave, air and freeze dried carrots slices*. Food Research International, Vol.31.
34. Caritas del Perú (2012). *Manual de cultivo del Loche de Lambayeque*. (en línea). Consultado 24 Mar. 2012, de: www.caritas.org.pe/documentos/loche.pdf

35. **Mohsenin, n. (1986).** Physical properties of plant and animal material. Ed: Gordon and breach science publisher. New York
36. **Norma Técnica Peruana (NTP) 1985.** "Harinas sucedáneas" .ITINTEC. 204.045.205.040.
37. **Norma Técnica Peruana (NTP) 1975.** *Determinación de humedad.* INDECOPI N° 205.037.
38. **Norma Técnica Peruana (NTP) 1975.** *Determinación de proteína.* INDECOPI N° 205.042.
39. **Norma Técnica Peruana (NTP) 1976.** *Determinación de grasa.* INDECOPI N° 205.041.
40. **Norma Técnica Peruana (NTP) 1975.** *Determinación de cenizas.* INDECOPI N° 205.038.
41. **Pérez, P. (2010).** *Modelos de curvas de deshidratado de plátano Roatán en verde (Musa acuminata).* tesis para obtener el grado de maestría en tecnológica en agroindustria. Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas. Córdoba- Veracruz.
42. **Pocorny, J y Schmidt, S. (2001).** *Natural antioxidant functionality during food processing.* Wood head publishing limited Cambridge England. Part 4.
43. **Praderes, G., García, A. y Pacheco, E. (2010).** *Caracterización físico-química y funcional de la harina de auyama (Cucurbita maxima L.) obtenida por secado en doble tambor rotatorio.* (En línea). Venezuela. Consultado 27 Mar. 2012.
44. **Sánchez, B. (2000).** *Efecto de tres bioestimulantes en la expresión sexual sobre la floración de loche (Cucurbita moschata Duch).* En la parte baja del valle Chancay-Lambayeque. Tesis de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque: Perú.
45. **Suárez, Q. (2010).** *Estudio Comparativo de la Incidencia de la Forma Geométrica del Alimento en la Velocidad de Secado Aplicado al Melón.* Tesis de ingeniero de alimento. Escuela Superior Politécnica Del Litoral. Guayaquil, Ecuador.
46. **Topuz, A; Topakci, M.; Canakci, M.; Akinci, I.; Ozdemir, F. (2005).** *Physical and nutritional properties of four orange varieties.* Journal of Food Engineering.

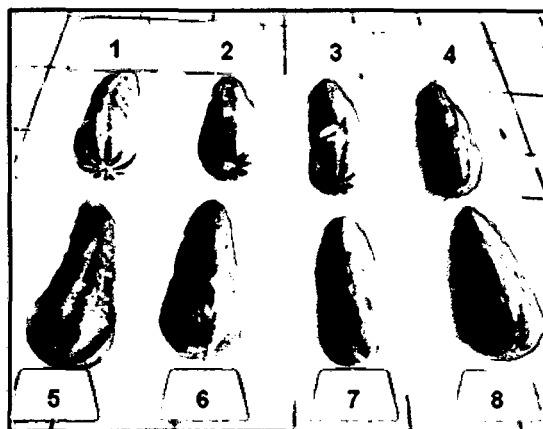
47. **Tripla, M. (2000).** Estadística Elemental. 7° Ed: Pearson-Education: Mexico.
48. **UNALM (2012).** *Programa De Hortalizas: Principales Cultivares De Hortalizas En El Perú (en línea).* Visitado el 20 de Febrero de 2012 de [http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/pdf/11-p117%20a%20p129%20\(Anexo %203\).pdf](http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/pdf/11-p117%20a%20p129%20(Anexo%203).pdf)
49. **Vega, A; Tello, C y Lemus, M. (2007).** *Simulación matemática del proceso de secado de la Gracilaria Chilena (Gracielaria chilensis).* Revista chilena de ingeniería, vol. 15 N° 1, pp. 55-64.
50. **Vega, A.; Andrés, A y Fito P (2005).** *Modelado de la cinética de secado del pimiento rojo (Capsicum annum l. cv lamuyo).* Información tecnológica- vol. 16 N°6: Págs.: 3-11.
51. **Zaccari, F. (2005).** *Una breve revisión de la morfología y fisiología de las plantas de zapallos (Cucurbita, sp.).* Obtenido el 21 de Febrero de 2012 de <http://www.fagro.edu.uy/~horticultura/CURSO%20HORTICULTURA/CUCURBITACEAS/Fisiologia..pdf>.
52. **Zakpaa, H.; Mak-Mensah, E.; Adubofour, J. (2010).** *Production and characterization of flour produced from ripe "apem" plantain (Musa sapientum L. var. paradisiacal; French horn)* Agricultural Biotechnology and Sustainable Development Vol. 2.
53. **Zambrano, B. (2010).** *Mejoramiento genético de zapallo (cucurbita moschata Duschesne ex Poir) obtención de un nuevo cultivar con fines de consumo en fresco adaptado a las condiciones del valle del cauca.* Tesis de grado para optar al título de Magister en ciencias agrarias línea de investigación fitomejoramiento. Universidad de Colombia Sede Palmira. Colombia.

VII. ANEXOS

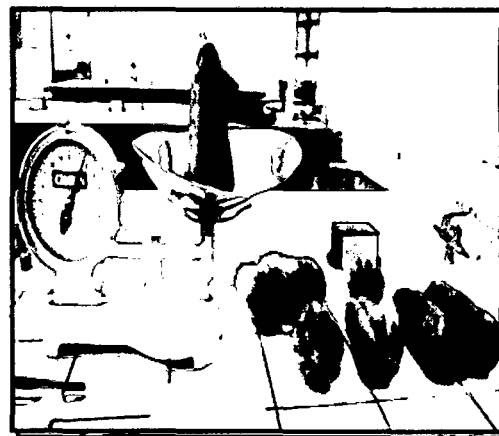
ANEXO N° 01

PROPIEDADES FISICAS DEL LOCHE

Loches



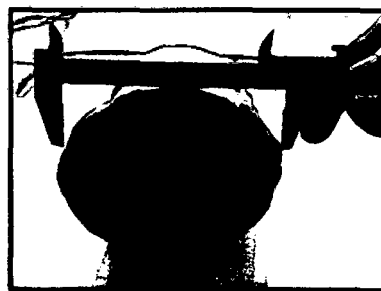
Peso del loche



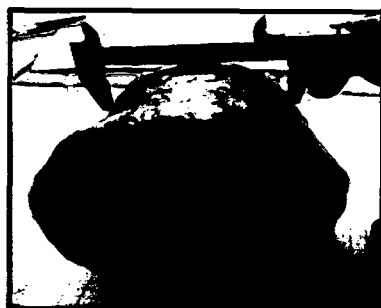
Longitud del loche



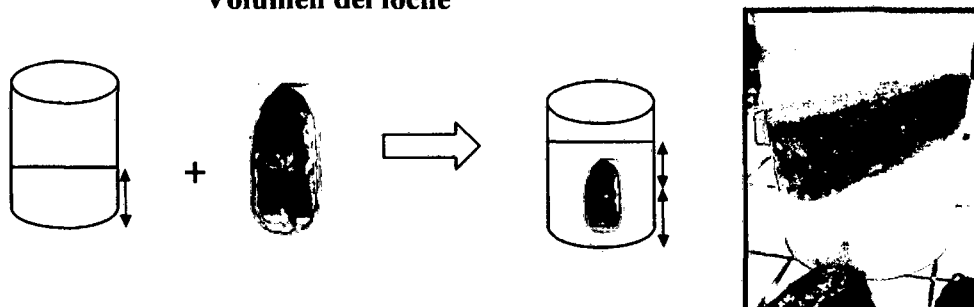
Diámetro mayor del loche



Diámetro menor del loche



Volumen del loche



Dimensiones Lineales

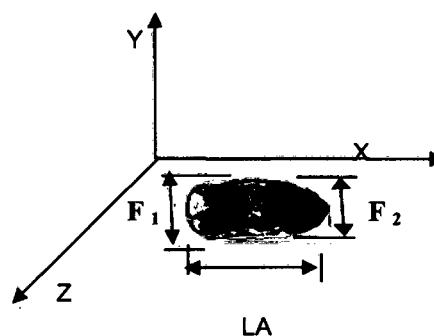


Tabla N° 01 .Datos de las Propiedades físicas del Loche.

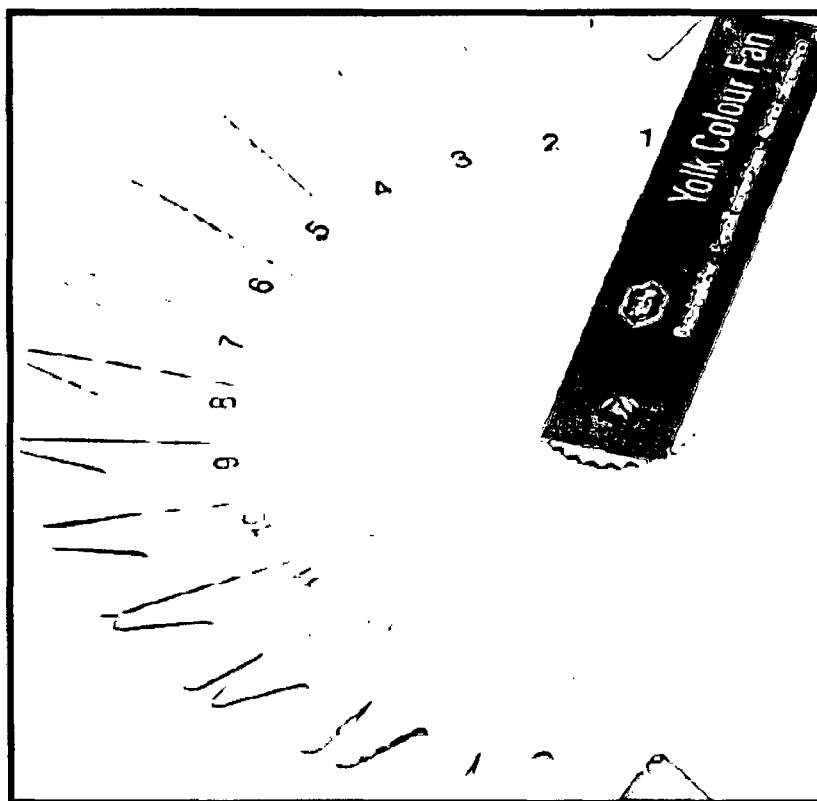
N°	PF	VF (m ³)	ρ _f (kg/m ³)	LA	F ₁	F ₂
1	1.15	1.16 x 10 ⁻³	988.5	23.9	10.11	7.11
2	1.25	1.20 x 10 ⁻³	1037.4	23.0	10.72	7.13
3	1.25	1.20 x 10 ⁻³	1037.4	23.9	9.41	7.70
4	1.20	1.12 x 10 ⁻³	1000	23.9	9.17	6.79
5	1.25	1.25 x 10 ⁻³	1000	24.6	10.75	6.22
6	1.50	1.41 x 10 ⁻³	1063.8	24.6	11.6	6.71
7	1.10	1.12 x 10 ⁻³	982.1	23.7	9.66	6.85
8	1.25	1.20 x 10 ⁻³	1037.4	24.7	10.55	7.79

Dónde: PF: Peso del Fruto; VF: Volumen del fruto; ρ_f: Densidad del fruto; LA: Longitud; F₁: Diámetro mayor; F₂: Diámetro menor.

(*) Promedio de 15 loches frescos

ANEXO N° 02

ABANICO DE ROCHE



ANEXO N° 03

PROCESO DE OBTENCION DE LA HARINA DE LOCHE

1. Recepción de la materia prima (loche: *Cucúrbita moschata Duchesne*):



2. Lavado:



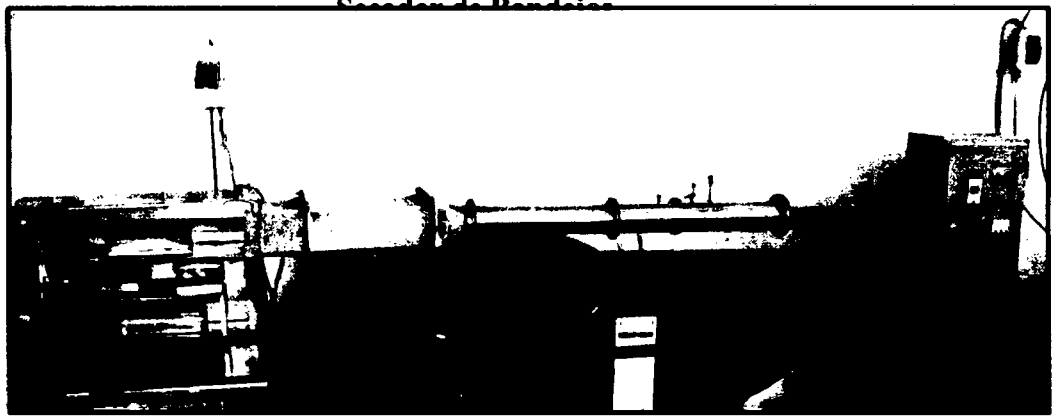
Hipoclorito de
Sodio 5%

3. Acondicionado y/o cortado:

✓ Rallado, Rodajas y Triturado:



4. Secado

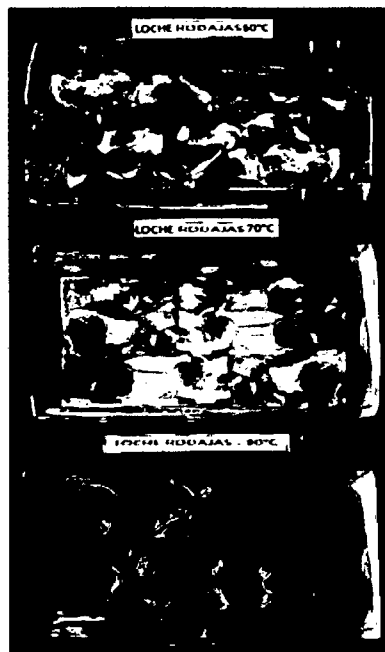


Deshidratado de loche a sus tres acondicionamiento y a la temperatura de 60, 70 y 80 °C

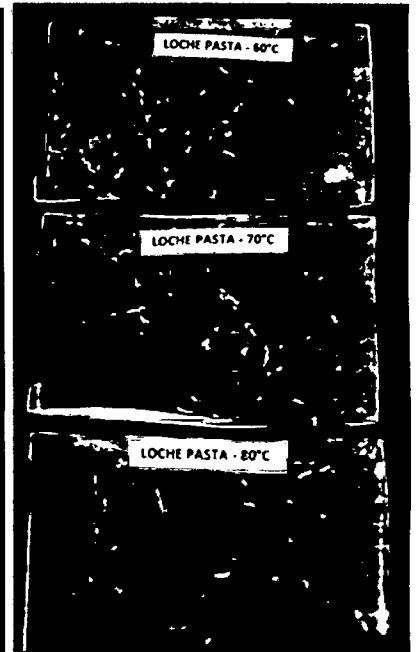
RALLADO



RODAJAS

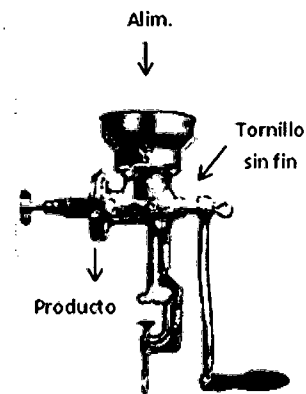


TRITURADO

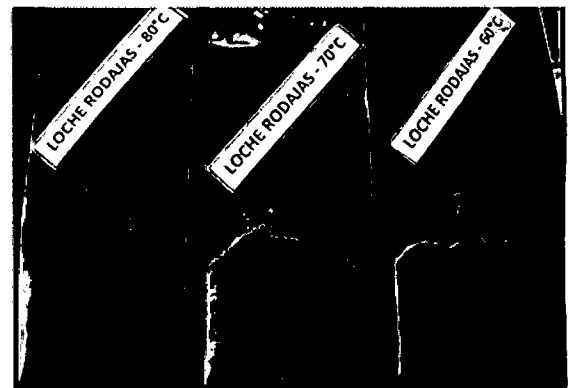
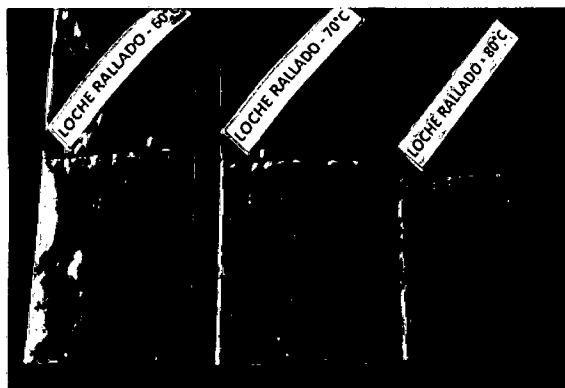


5. Molienda:

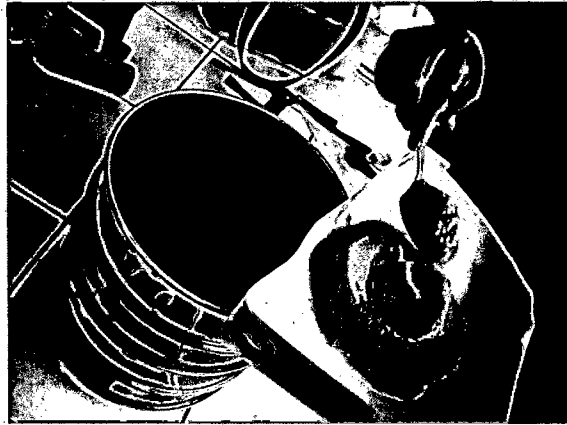
MOLINO MANUAL PARA GRANOS



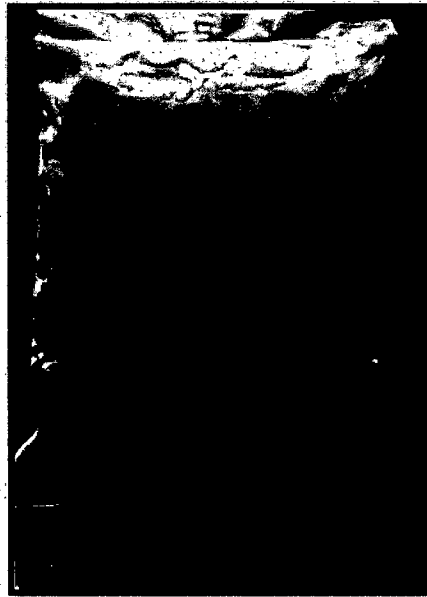
Loche pulverizado a sus tres acondicionamientos y a la temperatura de 60, 70 y 80 °C



6. Tamizado:



7. Envasado:



ANEXO N° 4

DATOS EXPERIMENTALES DE LA OPERACIÓN DE SECADO

TABLA 4.1. Datos experimentales de la operación de secado de Loche rallado , en secador de bandejas con flujo de aire a 60 °C. (Primera corrida).

Datos	Tiempo	Peso (Loche + bandeja)	Peso del loche	Temperatura de la cámara	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
N°	(min)	(g)	(g)	(°C)					(cm)
1	0	119.88	50.03	58.0	24.5	22.0	52.0	30.0	14.4
2	5	118.71	48.88	57.0	24.0	22.0	52.0	29.5	14.4
3	10	113.03	43.18	57.0	24.5	22.0	52.0	29.0	14.4
4	15	110.15	40.30	57.0	25.0	22.5	52.0	29.0	14.4
5	20	108.70	38.85	57.0	25.0	23.5	51.0	28.0	14.4
6	25	103.55	33.70	57.0	24.5	22.5	51.0	28.0	14.4
7	30	100.21	30.38	57.0	23.5	21.0	51.0	28.5	14.4
8	35	97.03	27.18	57.0	24.0	21.5	51.0	28.0	14.4
9	40	94.44	24.59	57.5	25.0	22.0	51.5	28.0	14.4
10	45	91.85	22.00	57.0	25.0	23.0	51.5	28.0	14.4
11	50	89.85	19.80	57.0	25.0	23.0	51.0	30.0	14.4
12	55	87.57	17.72	58.0	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
13	60	85.92	18.07	57.0	25.0	23.0	51.0	29.0	14.4
14	65	84.35	14.50	57.0	25.0	23.0	51.0	28.0	14.4
15	70	83.19	13.34	57.0	25.0	23.0	51.0	28.0	14.4
16	75	82.18	12.31	57.0	25.0	23.0	51.0	28.0	14.4
17	80	81.29	11.44	57.5	25.0	23.5	51.0	28.0	14.4
18	85	80.68	10.83	58.5	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
19	90	80.18	10.31	58.0	25.5	23.5	52.0	28.0	14.4
20	95	79.83	9.98	57.5	25.0	23.5	52.0	28.0	14.4
21	100	79.60	9.75	59.0	24.5	22.5	52.0	28.0	14.4
22	105	79.48	9.61	58.5	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
23	110	79.32	9.47	58.5	25.5	23.0	52.0	28.0	14.4
24	115	79.27	9.42	57.0	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
25	120	79.23	9.38	58.0	24.0	22.0	52.0	28.0	14.4
26	125	79.20	9.35	57.0	24.0	22.0	52.0	28.0	14.4
27	130	79.18	9.33	58.0	24.5	22.5	52.0	28.0	14.4
28	135	79.16	9.31	58.5	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
29	140	79.15	9.30	59.0	25.5	23.0	52.0	28.5	14.4
30	145	79.14	9.29	59.0	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
31	150	79.14	9.29	59.0	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
32	155	79.14	9.29	59.0	25.0	23.0	52.0	28.5	14.4

TABLA 4.2. Datos experimentales de la operación de secado de Loche rallado , en secador de bandejas con flujo de aire a 60 °C. (Segunda corrida).

Datos	Tiempo	Peso (Loche + bandeja)	Peso del loche	Temperatura de la cámara	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
N°	(min)	(g)	(g)	(°C)					(cm)
1	0	119.91	50.09	58.0	25.0	23.0	52.0	30.0	14.4
2	5	118.37	46.55	57.5	24.5	23.0	51.5	29.5	14.4
3	10	113.69	43.87	57.5	24.5	22.5	51.5	29.0	14.4
4	15	110.81	40.99	57.5	24.5	22.5	52.0	29.0	14.4
5	20	108.96	37.14	57.5	25.0	23.5	51.5	28.0	14.4
6	25	103.88	34.06	57.0	24.5	22.5	51.5	28.0	14.4
7	30	100.07	30.25	57.0	23.5	21.0	51.5	28.5	14.4
8	35	97.35	27.53	57.0	24.0	22.0	51.5	28.0	14.4
9	40	94.60	24.78	57.5	24.0	22.0	51.5	28.0	14.4
10	45	92.01	22.19	57.0	25.0	23.0	51.5	28.0	14.4
11	50	89.31	19.49	57.0	25.0	23.5	51.0	30.0	14.4
12	55	87.43	17.81	58.0	25.0	23.5	52.0	28.0	14.4
13	60	85.78	15.98	58.0	25.5	22.5	51.5	29.0	14.4
14	65	84.21	14.39	57.5	25.0	23.0	51.5	29.5	14.4
15	70	83.05	13.23	57.0	25.0	23.0	51.0	29.0	14.4
16	75	82.19	12.37	57.0	25.0	23.0	51.5	29.0	14.4
17	80	81.38	11.58	57.0	25.5	23.0	51.5	28.0	14.4
18	85	80.34	10.52	58.5	25.0	23.0	51.5	28.0	14.4
19	90	80.09	10.27	58.0	25.5	23.5	51.5	28.5	14.4
20	95	79.81	9.99	57.5	25.0	23.0	51.5	28.0	14.4
21	100	79.50	9.88	59.0	24.5	22.5	51.5	30.0	14.4
22	105	79.34	9.52	58.5	25.0	22.5	51.5	28.0	14.4
23	110	79.31	9.49	57.5	25.5	22.5	51.5	29.0	14.4
24	115	79.24	9.42	57.5	25.5	23.0	52.0	29.5	14.4
25	120	79.20	9.38	58.0	24.0	22.0	52.0	29.0	14.4
26	125	79.18	9.36	58.0	24.0	22.0	52.0	29.0	14.4
27	130	79.15	9.33	58.5	24.5	22.0	52.0	28.0	14.4
28	135	79.14	9.32	58.5	25.5	23.0	52.0	28.0	14.4
29	140	79.13	9.31	58.5	25.5	23.0	52.0	28.5	14.4
30	145	79.13	9.31	59.0	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
31	150	79.13	9.31	59.0	25.5	23.0	52.0	29.0	14.4

TABLA 4.3. Datos experimentales de la operación de secado de Loche rallado , en secador de bandejas con flujo de aire a 60 °C. (Tercera corrida).

Datos	Tiempo	Peso (Loche + bandeja)	Peso del loche	Temperatura de la cámara	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
Nº	(min)	(g)	(g)	(°C)					(cm)
1	0	121.01	50.01	59.0	25.0	23.0	52.0	30.0	14.4
2	5	118.76	47.76	57.5	25.0	23.5	52.5	30.0	14.4
3	10	114.77	43.77	58.0	24.5	22.0	52.5	29.5	14.4
4	15	110.95	39.95	57.5	25.0	22.5	52.5	29.5	14.4
5	20	107.53	36.53	58.0	25.0	22.5	52.0	29.5	14.4
6	25	104.36	33.36	57.0	24.5	22.0	52.0	29.0	14.4
7	30	101.08	30.08	57.0	24.0	22.0	52.0	28.5	14.4
8	35	97.99	26.99	57.0	24.0	21.5	51.0	28.5	14.4
9	40	95.38	24.38	57.5	25.0	22.5	51.5	28.0	14.4
10	45	92.99	21.99	58.0	24.5	22.0	51.5	28.5	14.4
11	50	90.54	19.54	58.0	25.0	23.5	51.5	30.0	14.4
12	55	88.53	17.53	58.0	24.5	22.0	52.0	28.0	14.4
13	60	86.98	15.98	57.0	24.5	22.0	51.0	29.0	14.4
14	65	85.43	14.43	58.0	25.0	23.0	51.0	29.0	14.4
15	70	84.37	13.37	57.0	24.5	22.0	51.0	28.0	14.4
16	75	83.32	12.32	58.0	25.0	23.0	51.0	30.0	14.4
17	80	82.35	11.35	58.0	24.5	22.5	51.0	29.0	14.4
18	85	81.80	10.80	58.0	24.5	22.0	52.0	28.0	14.4
19	90	81.25	10.25	57.5	25.5	23.0	52.0	30.0	14.4
20	95	81.01	10.01	58.5	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
21	100	80.69	9.69	59.0	24.5	22.5	52.0	30.0	14.4
22	105	80.52	9.52	58.5	24.5	22.0	52.0	28.0	14.4
23	110	80.43	9.43	56.5	25.5	23.0	52.0	30.0	14.4
24	115	80.35	9.35	58.0	25.0	23.0	52.0	29.0	14.4
25	120	80.32	9.32	58.5	25.0	22.0	52.0	28.0	14.4
26	125	80.29	9.29	57.0	24.5	22.0	52.0	29.0	14.4
27	130	80.28	9.28	58.0	24.5	22.5	52.0	28.0	14.4
28	135	80.27	9.27	58.5	25.0	23.0	52.0	29.0	14.4
29	140	80.27	9.27	59.0	25.0	23.0	52.0	28.5	14.4
30	145	80.27	9.27	58.0	25.0	23.0	52.0	29.0	14.4

TABLA 4.4. Datos experimentales de la operación de secado de Loche rallado , en secador de bandejas con flujo de aire a 70 °C. (Primera corrida).

Datos	Tiempo	Peso (Loche + bandeja)	Peso del loche	Temperatura de la cámara	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
Nº	(min)	(g)	(g)	(°C)					(cm)
1	0	120.00	50.00	68.0	23.0	21.0	59.0	30.0	14.4
2	5	114.04	44.04	67.0	23.5	21.0	58.0	30.0	14.4
3	10	108.75	38.75	66.0	23.0	21.0	58.0	30.0	14.4
4	15	104.22	34.22	66.0	23.5	21.0	59.0	30.0	14.4
5	20	100.77	30.77	66.0	23.0	21.0	59.0	30.0	14.4
6	25	96.88	26.88	66.0	23.0	21.0	58.0	28.0	14.4
7	30	93.63	23.63	67.0	23.5	21.0	58.0	30.0	14.4
8	35	90.82	20.82	67.0	23.5	21.0	58.0	30.0	14.4
9	40	88.10	18.10	65.5	23.0	21.0	58.0	30.0	14.4
10	45	86.20	16.20	67.0	23.5	21.0	58.0	30.0	14.4
11	50	84.31	14.31	67.0	24.0	21.0	58.0	30.0	14.4
12	55	83.05	13.05	67.0	23.5	21.0	58.0	30.0	14.4
13	60	82.07	12.07	67.0	23.5	21.0	58.0	30.0	14.4
14	65	81.28	11.28	66.0	23.5	21.0	58.0	30.0	14.4
15	70	80.65	10.65	66.0	23.5	21.0	59.0	29.0	14.4
16	75	80.20	10.20	67.0	23.0	21.0	58.0	30.0	14.4
17	80	79.85	9.85	66.0	23.5	21.5	58.0	30.0	14.4
18	85	79.56	9.56	66.5	24.0	22.0	58.0	30.0	14.4
19	90	79.41	9.41	66.5	24.0	22.0	58.0	30.0	14.4
20	95	79.31	9.31	67.0	24.0	22.0	59.0	30.0	14.4
21	100	79.25	9.25	67.5	24.0	22.0	59.0	30.0	14.4
22	105	79.17	9.17	66.0	24.0	22.0	59.0	30.0	14.4
23	110	79.15	9.15	66.0	24.0	22.0	59.0	30.0	14.4
24	115	79.14	9.14	66.5	24.0	22.0	58.0	30.0	14.4
25	120	79.14	9.14	66.5	24.5	22.5	58.0	30.0	14.4
26	125	79.14	9.14	67.0	24.5	22.0	58.0	30.0	14.4

TABLA 4.5. Datos experimentales de la operación de secado de Loche rallado , en secador de bandejas con flujo de aire a 70 °C. (Segunda corrida).

Datos	Tiempo	Peso (Loche + bandeja)	Peso del loche	Temperatura de la cámara	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
Nº	(min)	(g)	(g)	(°C)					(cm)
1	0	120.20	50.00	68.0	23.5	21.0	60.0	31.0	14.4
2	5	114.19	43.99	67.0	24.0	21.0	59.0	30.5	14.4
3	10	109.21	39.01	68.0	23.5	21.0	59.0	30.0	14.4
4	15	104.38	34.18	68.5	23.5	21.0	59.0	30.0	14.4
5	20	101.20	31.00	68.5	23.5	21.0	59.0	30.0	14.4
6	25	96.98	26.78	67.0	23.5	21.0	58.5	28.0	14.4
7	30	93.74	23.54	67.5	23.0	21.0	58.0	30.0	14.4
8	35	90.93	20.73	66.0	23.5	21.0	58.0	30.5	14.4
9	40	88.33	18.13	66.0	24.0	21.0	58.5	30.0	14.4
10	45	86.28	16.08	66.5	24.0	22.0	58.0	30.5	14.4
11	50	84.47	14.27	66.5	24.0	22.5	58.0	30.0	14.4
12	55	83.31	13.11	67.0	24.0	22.0	58.0	30.0	14.4
13	60	82.20	12.00	67.0	24.0	21.0	58.5	30.0	14.4
14	65	81.32	11.12	66.0	23.5	21.0	58.0	30.5	14.4
15	70	80.74	10.54	66.0	23.5	21.0	59.0	29.0	14.4
16	75	80.33	10.13	67.0	23.0	21.0	58.0	30.0	14.4
17	80	79.96	9.76	66.0	23.5	21.0	58.5	30.0	14.4
18	85	79.81	9.61	66.5	24.0	22.0	58.0	30.5	14.4
19	90	79.66	9.46	66.5	24.0	22.0	58.5	30.0	14.4
20	95	79.49	9.29	67.0	24.0	22.5	59.0	30.0	14.4
21	100	79.43	9.23	67.5	24.0	22.0	59.0	30.5	14.4
22	105	79.39	9.19	66.0	24.0	22.0	59.0	30.0	14.4
23	110	79.36	9.16	66.0	24.0	22.0	59.0	30.0	14.4
24	115	79.35	9.15	66.5	24.0	22.0	58.5	30.5	14.4
25	120	79.35	9.15	66.5	24.5	22.5	58.5	30.0	14.4
26	125	79.35	9.15	67.0	24.5	22.0	58.0	30.0	14.4

TABLA 4.6. Datos experimentales de la operación de secado de Loche rallado , en secador de bandejas con flujo de aire a 70 °C. (Tercera corrida).

Datos	Tiempo	Peso (Loche + bandeja)	Peso del loche	Temperatura de la cámara	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
Nº	(min)	(g)	(g)	(°C)					(cm)
1	0.0	121.03	50.01	68.0	24.5	22.0	59.5	30.5	14.4
2	5.0	114.95	43.93	67.0	24.5	22.0	59.5	30.5	14.4
3	10.0	110.01	38.99	67.0	25.0	22.5	59.5	30.0	14.4
4	15.0	105.15	34.13	67.0	25.0	22.0	59.5	30.5	14.4
5	20.0	101.78	30.76	66.0	24.5	23.0	59.5	30.0	14.4
6	25.0	98.44	27.42	67.0	25.0	23.0	58.0	28.0	14.4
7	30.0	95.04	24.02	67.0	25.0	23.0	59.5	30.0	14.4
8	35.0	92.27	21.25	66.5	25.0	23.0	58.0	30.5	14.4
9	40.0	89.44	18.42	65.5	25.0	23.0	59.5	30.0	14.4
10	45.0	87.18	16.16	67.0	23.5	21.5	58.0	30.5	14.4
11	50.0	85.08	14.06	67.0	24.5	21.0	59.5	30.0	14.4
12	55.0	84.04	13.02	66.5	24.0	21.5	58.0	30.5	14.4
13	60.0	83.13	12.11	67.0	25.0	21.5	59.5	30.5	14.4
14	65.0	82.33	11.31	66.5	24.5	21.0	58.0	30.0	14.4
15	70.0	81.59	10.57	66.0	24.5	21.0	59.0	29.0	14.4
16	75.0	81.07	10.05	67.0	25.0	21.5	58.5	30.0	14.4
17	80.0	80.69	9.67	66.0	24.5	21.5	58.0	30.5	14.4
18	85.0	80.52	9.50	66.5	24.5	21.5	58.5	30.5	14.4
19	90.0	80.40	9.38	66.5	24.5	22.0	58.0	30.0	14.4
20	95.0	80.31	9.29	67.0	24.5	21.5	58.5	30.5	14.4
21	100.0	80.26	9.24	67.5	24.0	22.0	59.0	30.0	14.4
22	105.0	80.22	9.20	66.5	24.0	21.5	59.0	30.5	14.4
23	110.0	80.19	9.17	66.0	24.5	21.5	59.0	30.0	14.4
24	115.0	80.18	9.16	66.5	24.0	21.5	58.5	30.5	14.4
25	120.0	80.17	9.15	66.5	24.5	22.5	58.0	30.0	14.4
26	125.0	80.17	9.15	67.0	24.5	21.5	58.5	30.5	14.4
27	130.0	80.17	9.15	67.0	24.0	21.5	58.5	30.0	14.4

TABLA 4.7. Datos experimentales de la operación de secado de Loche rallado , en secador de bandejas con flujo de aire a 80 °C. (Primera corrida).

Datos	Tiempo	Peso (Loche + bandeja)	Peso del loche	Temperatura de la cámara	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
N°	(min)	(g)	(g)	(°C)					(cm)
1	0.0	120.01	50.02	75.0	24.0	20.0	68.0	32.0	14.4
2	5.0	113.86	43.87	75.0	24.0	20.0	64.0	32.0	14.4
3	10.0	108.98	38.99	76.0	24.0	20.0	64.0	32.0	14.4
4	15.0	103.85	33.86	75.5	24.5	21.0	61.0	32.0	14.4
5	20.0	99.45	29.46	75.0	24.0	20.0	61.0	32.0	14.4
6	25.0	95.53	25.54	75.0	24.5	21.0	62.0	30.5	14.4
7	30.0	91.83	21.84	76.0	24.0	22.0	62.0	30.0	14.4
8	35.0	88.12	18.13	75.0	24.0	22.0	62.0	30.0	14.4
9	40.0	85.26	15.27	74.5	24.5	22.0	62.0	31.0	14.4
10	45.0	83.64	13.65	74.5	24.0	21.5	64.0	30.0	14.4
11	50.0	82.32	12.33	75.0	24.5	22.0	62.0	30.0	14.4
12	55.0	80.87	10.88	75.5	25.0	21.0	62.0	30.5	14.4
13	60.0	80.18	10.19	75.5	25.0	21.0	62.5	30.5	14.4
14	65.0	79.73	9.74	75.0	25.0	21.5	62.5	31.0	14.4
15	70.0	79.44	9.45	76.0	25.0	21.5	62.0	30.5	14.4
16	75.0	79.23	9.24	75.0	25.0	21.5	62.0	30.5	14.4
17	80.0	79.05	9.06	75.0	25.5	22.0	62.0	32.0	14.4
18	85.0	78.98	8.99	76.0	25.0	22.5	62.0	32.0	14.4
19	90.0	78.92	8.93	75.0	25.0	22.5	62.5	32.0	14.4
20	95.0	78.85	8.86	74.5	25.5	23.0	62.5	30.5	14.4
21	100.0	78.81	8.82	74.5	24.5	23.0	62.0	30.0	14.4
22	105.0	78.78	8.79	75.0	25.0	23.0	62.0	30.0	14.4
23	110.0	78.76	8.77	75.5	25.0	23.0	62.0	31.0	14.4
24	115.0	78.73	8.74	75.5	25.5	23.0	62.5	30.0	14.4
25	120.0	78.72	8.73	76.5	25.0	22.5	62.0	30.0	14.4
26	125.0	78.71	8.72	76.0	25.0	22.5	62.5	30.5	14.4
27	130.0	78.71	8.72	76.5	25.0	23.0	62.0	30.5	14.4
28	135.0	78.71	8.72	76.5	25.0	23.0	62.5	31.0	14.4

TABLA 4.8. Datos experimentales de la operación de secado de Loche rallado , en secador de bandejas con flujo de aire a 80 °C. (Segunda corrida).

Datos	Tiempo	Peso (Loche + bandeja)	Peso del loche	Temperatura de la cámara	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
N°	(min)	(g)	(g)	(°C)					(cm)
1	0.0	119.53	50.03	75.0	24.5	20.0	68.0	32.0	14.4
2	5.0	113.26	43.76	75.0	24.0	20.0	65.0	31.5	14.4
3	10.0	108.49	38.99	74.5	25.0	20.0	64.0	30.0	14.4
4	15.0	103.25	33.75	74.5	25.5	21.0	61.0	30.5	14.4
5	20.0	99.00	29.50	75.0	25.0	20.0	61.0	32.0	14.4
6	25.0	94.90	25.40	75.0	24.0	20.0	64.0	32.0	14.4
7	30.0	91.27	21.77	74.5	25.0	20.0	65.0	30.5	14.4
8	35.0	87.58	18.08	74.5	25.5	21.0	61.0	30.0	14.4
9	40.0	84.80	15.30	75.0	25.0	20.0	61.0	30.0	14.4
10	45.0	83.22	13.72	76.0	24.5	21.5	62.0	30.5	14.4
11	50.0	81.72	12.22	75.0	25.0	22.0	62.5	32.0	14.4
12	55.0	80.50	11.00	75.5	24.5	21.0	62.5	32.0	14.4
13	60.0	79.82	10.32	75.5	25.0	21.0	62.0	30.5	14.4
14	65.0	79.30	9.80	75.0	25.0	21.5	62.0	30.0	14.4
15	70.0	78.80	9.30	76.0	25.5	21.5	62.0	30.5	14.4
16	75.0	78.60	9.10	76.0	25.0	20.0	62.5	30.0	14.4
17	80.0	78.57	9.07	75.5	25.0	21.0	62.0	30.0	14.4
18	85.0	78.50	9.00	76.0	25.0	20.0	62.0	31.0	14.4
19	90.0	78.44	8.94	76.0	25.0	21.0	62.5	30.0	14.4
20	95.0	78.39	8.89	75.0	25.0	22.0	62.5	30.0	14.4
21	100.0	78.34	8.84	75.5	25.5	22.0	62.0	30.5	14.4
22	105.0	78.30	8.80	75.5	25.0	22.0	62.5	32.0	14.4
23	110.0	78.27	8.77	75.0	25.0	21.5	62.5	32.0	14.4
24	115.0	78.26	8.76	76.0	25.0	22.0	62.0	30.5	14.4
25	120.0	78.25	8.75	76.0	25.0	21.0	62.0	30.0	14.4
26	125.0	78.25	8.75	76.0	25.5	21.0	62.0	30.0	14.4
27	130.0	78.25	8.75	76.5	24.5	21.5	62.5	30.0	14.4

TABLA 4.9. Datos experimentales de la operación de secado de Loche rallado , en secador de bandejas con flujo de aire a 80 °C. (Tercera corrida).

Datos Nº	Tiempo (min)	Peso (Loche + bandeja) (g)	Peso del loche (g)	Temperatura de la cámara (°C)	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura (cm)
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
1	0.0	120.91	50.02	75.0	25.0	22.0	67.5	32.0	14.4
2	5.0	114.60	43.71	75.0	24.5	21.0	63.5	31.5	14.4
3	10.0	109.91	39.02	75.0	24.5	21.0	63.5	31.5	14.4
4	15.0	104.59	33.70	74.5	24.5	21.0	62.0	32.0	14.4
5	20.0	100.20	29.31	74.5	25.0	20.0	62.0	32.0	14.4
6	25.0	96.15	25.26	75.5	24.5	21.0	63.0	31.0	14.4
7	30.0	92.55	21.66	75.5	25.0	22.0	63.0	31.0	14.4
8	35.0	88.96	18.07	75.5	25.0	21.5	63.0	30.0	14.4
9	40.0	86.25	15.36	75.5	24.5	22.0	62.5	31.0	14.4
10	45.0	84.65	13.76	75.5	24.5	21.5	62.0	31.0	14.4
11	50.0	83.22	12.33	75.5	25.0	22.0	62.5	30.5	14.4
12	55.0	81.91	11.02	75.5	24.5	21.5	62.5	30.5	14.4
13	60.0	81.18	10.29	75.5	25.0	22.0	62.0	32.0	14.4
14	65.0	80.64	9.75	75.5	24.5	21.5	62.5	32.0	14.4
15	70.0	80.22	9.33	75.5	25.5	21.5	62.0	30.5	14.4
16	75.0	80.01	9.12	76.0	25.0	21.5	62.5	30.5	14.4
17	80.0	79.94	9.05	75.0	24.5	21.0	62.0	30.5	14.4
18	85.0	79.89	9.00	76.0	25.0	22.0	62.5	31.0	14.4
19	90.0	79.84	8.95	76.0	24.5	21.0	63.0	30.5	14.4
20	95.0	79.80	8.91	76.0	24.5	22.0	62.5	30.5	14.4
21	100.0	79.76	8.87	75.5	25.5	22.5	62.0	30.5	14.4
22	105.0	79.73	8.84	75.5	25.0	22.0	63.0	31.0	14.4
23	110.0	79.71	8.82	75.5	24.5	21.5	62.5	32.0	14.4
24	115.0	79.70	8.81	75.5	24.5	22.0	62.0	32.0	14.4
25	120.0	79.70	8.81	76.0	25.0	21.0	63.0	30.5	14.4
26	125.0	79.70	8.81	76.0	25.5	22.0	62.0	31.0	14.4

TABLA 4.10. Datos experimentales de la operación de secado de Loche en rodajas, en secador de bandejas con flujo de aire a 60 °C. (Primera corrida).

Datos Nº	Tiempo (min)	Peso (Loche + bandeja) (g)	Peso del loche (g)	Temperatura de la cámara (°C)	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura (cm)
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
1	0.0	120.04	50.08	57.0	25.0	22.0	51.0	29.0	14.4
2	5.0	116.76	46.80	56.0	25.0	22.0	51.0	28.0	14.4
3	10.0	113.67	43.71	56.0	24.5	21.5	51.0	28.0	14.4
4	15.0	110.95	40.99	56.5	25.0	21.5	51.0	28.0	14.4
5	20.0	107.96	38.00	55.0	24.5	22.0	51.0	29.0	14.4
6	25.0	105.19	35.23	57.0	24.0	22.5	52.0	28.0	14.4
7	30.0	102.87	32.91	56.0	24.5	22.5	52.0	29.0	14.4
8	35.0	100.24	30.28	57.0	24.5	22.5	52.0	28.0	14.4
9	40.0	97.94	27.98	56.0	24.5	22.5	52.0	28.0	14.4
10	45.0	95.95	25.99	57.0	24.0	22.0	51.0	28.0	14.4
11	50.0	93.89	23.93	56.0	24.5	22.0	51.0	28.0	14.4
12	55.0	92.54	22.58	56.0	24.0	22.0	51.0	28.0	14.4
13	60.0	91.19	21.23	57.0	24.5	22.0	51.0	28.0	14.4
14	65.0	89.43	19.47	56.0	24.5	22.0	51.0	28.0	14.4
15	70.0	88.47	18.51	56.0	24.5	22.0	52.0	28.0	14.4
16	75.0	87.40	17.44	57.0	24.5	22.0	52.0	28.0	14.4
17	80.0	86.52	16.56	56.0	25.0	22.5	52.0	28.0	14.4
18	85.0	85.71	15.75	56.0	24.5	21.0	52.0	28.0	14.4
19	90.0	85.13	15.17	57.0	25.0	23.0	52.0	29.0	14.4
20	95.0	84.58	14.62	57.0	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
21	100.0	84.14	14.18	57.0	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
22	105.0	83.75	13.79	57.0	25.0	23.0	52.0	27.0	14.4
23	110.0	83.39	13.43	57.0	25.0	23.5	52.0	28.0	14.4
24	115.0	83.10	13.14	57.5	25.0	23.5	52.0	28.0	14.4
25	120.0	82.88	12.92	56.8	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
26	125.0	82.67	12.71	56.0	25.0	23.0	52.0	27.0	14.4
27	130.0	82.50	12.54	57.0	25.0	23.5	52.0	29.0	14.4
28	135.0	82.35	12.39	57.0	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
29	140.0	82.24	12.28	56.5	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
30	145.0	82.16	12.20	56.5	25.0	23.0	52.0	27.0	14.4
31	150.0	82.08	12.12	56.0	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
32	155.0	81.99	12.03	56.5	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
33	160.0	81.93	11.97	55.0	24.5	22.0	51.0	28.0	14.4
34	165.0	81.90	11.94	56.0	24.5	22.0	51.5	27.5	14.4
35	170.0	81.89	11.93	56.5	25.0	23.0	52.0	27.5	14.4
36	175.0	81.88	11.92	56.5	25.0	23.0	51.5	27.0	14.4
37	180.0	81.88	11.92	57.0	24.5	22.0	52.0	27.5	14.4
38	185.0	81.88	11.92	57.0	25.0	23.0	52.0	27.0	14.4

TABLA 4.11. Datos experimentales de la operación de secado de Loche en rodajas, en secador de bandejas con flujo de aire a 60 °C. (Segunda corrida).

Datos Nº	Tiempo (min)	Peso (Loche + bandeja) (g)	Peso del loche (g)	Temperatura de la cámara (°C)	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura (cm)
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
1	0.0	121.10	50.05	57.5	25.0	23.0	52.5	29.5	14.4
2	5.0	117.93	46.88	56.5	24.5	22.0	52.0	28.5	14.4
3	10.0	114.82	43.77	56.0	24.5	22.0	52.0	28.5	14.4
4	15.0	112.07	41.02	56.5	25.0	23.0	51.5	28.5	14.4
5	20.0	109.07	38.02	56.5	25.0	23.0	51.5	29.0	14.4
6	25.0	106.20	35.15	57.0	25.0	23.0	51.5	29.0	14.4
7	30.0	103.81	32.76	56.5	24.5	22.0	52.0	29.0	14.4
8	35.0	101.53	30.48	57.0	24.5	22.0	51.5	28.0	14.4
9	40.0	99.26	28.21	57.0	24.5	22.0	52.0	29.0	14.4
10	45.0	97.25	26.20	57.0	24.5	22.0	52.0	28.0	14.4
11	50.0	95.19	24.14	56.5	24.5	22.0	51.0	28.0	14.4
12	55.0	93.64	22.59	56.5	25.0	23.0	51.0	29.0	14.4
13	60.0	92.29	21.24	56.5	25.0	23.0	51.5	28.0	14.4
14	65.0	90.93	19.88	56.5	25.0	23.0	51.5	29.0	14.4
15	70.0	90.03	18.98	56.0	24.5	22.0	52.0	29.0	14.4
16	75.0	88.82	17.77	57.0	24.5	22.0	52.0	28.0	14.4
17	80.0	87.91	16.86	56.5	25.0	23.0	51.5	29.0	14.4
18	85.0	87.10	16.05	56.5	24.5	21.5	52.0	28.0	14.4
19	90.0	86.50	15.45	57.0	24.5	21.5	51.5	29.0	14.4
20	95.0	85.94	14.89	57.0	24.5	21.5	52.0	29.0	14.4
21	100.0	85.48	14.43	57.0	25.0	23.0	51.5	28.0	14.4
22	105.0	85.09	14.04	57.5	24.5	22.0	52.0	27.0	14.4
23	110.0	84.72	13.67	57.5	24.5	22.0	51.5	28.0	14.4
24	115.0	84.40	13.35	57.5	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
25	120.0	84.15	13.10	56.5	24.5	21.5	51.5	29.0	14.4
26	125.0	83.94	12.89	56.0	25.0	23.0	52.0	27.0	14.4
27	130.0	83.78	12.73	57.5	24.5	21.5	52.0	29.0	14.4
28	135.0	83.64	12.59	57.5	25.0	22.5	51.5	28.0	14.4
29	140.0	83.54	12.49	57.0	24.5	21.5	52.0	28.0	14.4
30	145.0	83.45	12.40	57.0	25.0	23.5	52.0	27.0	14.4
31	150.0	83.37	12.32	57.0	24.5	22.0	52.0	28.0	14.4
32	155.0	83.30	12.25	56.5	25.0	23.0	52.0	29.0	14.4
33	160.0	83.24	12.19	56.5	24.5	21.5	51.0	28.0	14.4
34	165.0	83.21	12.16	56.0	24.5	21.5	51.5	27.5	14.4
35	170.0	83.19	12.14	56.5	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
36	175.0	83.18	12.13	56.5	24.5	22.0	51.5	27.5	14.4
37	180.0	83.18	12.13	57.0	24.5	22.0	52.0	27.5	14.4
38	185.0	83.18	12.13	57.5	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4

TABLA 4.12. Datos experimentales de la operación de secado de Loche en rodajas, en secador de bandejas con flujo de aire a 60 °C. (Tercera corrida).

Datos Nº	Tiempo (min)	Peso (Loche + bandeja) (g)	Peso del loche (g)	Temperatura de la cámara (°C)	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura (cm)
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
1	0.0	120.08	50.07	57.0	25.0	23.5	51.5	29.0	14.4
2	5.0	116.86	46.85	56.5	25.0	23.5	51.0	29.0	14.4
3	10.0	113.73	43.72	56.0	24.5	22.0	51.5	28.0	14.4
4	15.0	110.63	40.62	56.5	24.0	22.0	52.0	28.0	14.4
5	20.0	107.64	37.63	56.5	25.0	23.0	51.5	28.0	14.4
6	25.0	104.82	34.81	57.0	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
7	30.0	102.46	32.45	57.0	24.5	22.5	52.0	29.0	14.4
8	35.0	100.01	30.00	57.0	24.5	22.5	51.5	28.0	14.4
9	40.0	97.75	27.74	56.0	24.5	22.5	51.0	28.0	14.4
10	45.0	95.75	25.74	57.0	24.0	22.0	51.5	28.0	14.4
11	50.0	93.69	23.68	57.0	24.5	22.0	52.0	28.0	14.4
12	55.0	92.24	22.23	56.0	24.0	22.0	51.5	28.0	14.4
13	60.0	90.89	20.88	56.0	24.5	22.0	52.0	28.0	14.4
14	65.0	89.33	19.32	56.0	24.5	22.0	51.5	28.0	14.4
15	70.0	88.40	18.39	56.0	25.0	23.0	51.5	28.0	14.4
16	75.0	87.26	17.25	56.0	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
17	80.0	86.40	16.39	56.5	25.0	22.5	51.5	28.0	14.4
18	85.0	85.61	15.60	56.5	24.5	21.0	52.0	28.0	14.4
19	90.0	85.00	14.99	56.5	25.0	23.0	52.0	29.0	14.4
20	95.0	84.44	14.43	57.0	25.0	23.0	51.5	28.0	14.4
21	100.0	84.00	13.99	57.0	24.5	22.0	52.0	28.0	14.4
22	105.0	83.61	13.60	56.5	25.0	23.0	51.5	28.0	14.4
23	110.0	83.25	13.24	57.0	24.5	22.0	52.0	28.0	14.4
24	115.0	82.94	12.93	57.5	25.0	23.5	51.5	28.0	14.4
25	120.0	82.71	12.70	56.5	24.5	22.0	52.0	28.0	14.4
26	125.0	82.51	12.50	56.5	25.0	23.0	51.5	28.0	14.4
27	130.0	82.34	12.33	57.0	25.0	23.5	52.0	29.0	14.4
28	135.0	82.19	12.18	57.0	25.0	23.0	51.5	28.0	14.4
29	140.0	82.07	12.06	57.0	24.5	22.0	52.0	28.0	14.4
30	145.0	81.98	11.97	57.0	25.0	23.0	52.0	27.0	14.4
31	150.0	81.90	11.89	56.0	24.5	22.0	51.5	28.0	14.4
32	155.0	81.84	11.83	56.5	24.5	22.0	52.0	28.0	14.4
33	160.0	81.79	11.78	56.5	24.5	22.0	51.0	28.0	14.4
34	165.0	81.76	11.75	56.0	24.5	22.0	51.5	27.5	14.4
35	170.0	81.74	11.73	56.0	25.0	23.0	52.0	27.5	14.4
36	175.0	81.73	11.72	56.5	25.0	23.0	51.5	27.0	14.4
37	180.0	81.72	11.71	56.5	24.5	22.0	52.0	27.5	14.4
38	185.0	81.71	11.70	57.0	24.5	22.0	51.5	28.0	14.4
39	190.0	81.71	11.70	57.0	25.0	23.0	51.5	28.0	14.4
40	190.0	81.71	11.70	57.0	25.0	23.0	51.5	28.0	14.4

TABLA 4.13. Datos experimentales de la operación de secado de Loche en rodajas, en secador de bandejas con flujo de aire a 70 °C. (Primera corrida).

Datos	Tiempo	Peso (Loche + bandeja)	Peso del loche	Temperatura de la cámara	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
Nº	(min)	(g)	(g)	(°C)					(cm)
1	0.0	120.02	50.03	66.0	24.5	20.0	58.0	31.0	14.4
2	5.0	116.42	46.43	66.0	24.0	20.0	60.0	30.0	14.4
3	10.0	111.47	41.48	66.0	24.5	20.0	60.0	31.0	14.4
4	15.0	107.80	37.81	66.0	24.0	21.0	59.0	30.0	14.4
5	20.0	104.55	34.56	66.0	24.5	20.0	59.0	30.0	14.4
6	25.0	101.43	31.44	65.0	24.5	21.0	59.0	30.0	14.4
7	30.0	98.32	28.33	65.0	24.0	22.0	60.0	30.0	14.4
8	35.0	95.60	25.61	65.0	24.0	22.0	60.0	30.0	14.4
9	40.0	93.59	23.60	65.0	24.5	22.0	58.0	30.0	14.4
10	45.0	91.64	21.65	65.5	24.0	21.5	58.0	30.0	14.4
11	50.0	89.61	19.62	64.5	24.5	22.0	58.0	29.0	14.4
12	55.0	88.02	18.03	65.0	24.0	22.0	58.5	29.0	14.4
13	60.0	86.62	16.63	65.0	24.5	22.0	58.5	28.0	14.4
14	65.0	85.58	15.59	65.0	24.0	21.5	58.0	30.0	14.4
15	70.0	84.54	14.55	65.0	24.5	22.0	58.5	30.0	14.4
16	75.0	83.72	13.73	65.0	25.0	21.0	58.0	30.0	14.4
17	80.0	83.17	13.18	64.5	25.0	21.0	58.0	29.5	14.4
18	85.0	82.79	12.80	65.5	25.0	21.5	58.0	30.0	14.4
19	90.0	82.49	12.50	65.0	25.0	21.5	58.0	29.5	14.4
20	95.0	82.27	12.28	65.0	25.0	21.5	58.0	30.0	14.4
21	100.0	82.11	12.12	65.0	24.5	21.0	58.0	30.0	14.4
22	105.0	81.99	12.00	66.0	25.0	21.0	58.0	29.5	14.4
23	110.0	81.92	11.93	65.0	25.0	21.0	58.0	30.0	14.4
24	115.0	81.85	11.86	65.5	25.5	21.0	58.0	30.0	14.4
25	120.0	81.78	11.79	65.5	25.0	22.5	58.5	30.0	14.4
26	125.0	81.72	11.73	65.5	25.0	22.5	58.5	29.5	14.4
27	130.0	81.66	11.67	65.0	25.0	22.5	58.0	30.0	14.4
28	135.0	81.61	11.62	66.0	25.0	22.5	58.5	29.5	14.4
29	140.0	81.58	11.59	65.0	25.5	22.5	58.0	30.0	14.4
30	145.0	81.58	11.59	65.5	25.0	22.5	58.0	30.0	14.4
31	150.0	81.58	11.59	65.5	25.0	22.5	58.0	30.0	14.4

TABLA 4.14. Datos experimentales de la operación de secado de Loche en rodajas, en secador de bandejas con flujo de aire a 70 °C. (Segunda corrida).

Datos	Tiempo	Peso (Loche + bandeja)	Peso del loche	Temperatura de la cámara	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
Nº	(min)	(g)	(g)	(°C)					(cm)
1	0.0	120.04	50.03	67.0	24.5	20.0	60.0	31.0	14.4
2	5.0	116.23	46.22	66.5	24.0	20.0	60.0	30.0	14.4
3	10.0	111.28	41.27	66.5	24.5	20.0	60.0	31.0	14.4
4	15.0	107.61	37.60	66.0	24.0	21.0	59.0	30.0	14.4
5	20.0	104.36	34.35	66.0	24.5	20.0	59.0	30.0	14.4
6	25.0	101.24	31.23	65.0	24.5	21.0	59.0	29.5	14.4
7	30.0	98.13	28.12	65.0	24.0	22.0	60.0	29.5	14.4
8	35.0	95.41	25.40	65.0	24.0	22.0	60.0	29.5	14.4
9	40.0	93.40	23.39	65.0	24.5	22.0	58.0	29.5	14.4
10	45.0	91.45	21.44	65.5	24.0	21.5	58.0	29.5	14.4
11	50.0	89.42	19.41	64.5	24.5	22.0	58.0	29.5	14.4
12	55.0	87.83	17.82	65.0	24.0	22.0	58.5	29.0	14.4
13	60.0	86.43	16.42	65.0	24.5	22.0	58.5	29.0	14.4
14	65.0	85.39	15.38	65.0	24.0	21.5	58.0	30.0	14.4
15	70.0	84.35	14.34	65.0	24.5	22.0	58.5	30.0	14.4
16	75.0	83.53	13.52	65.0	25.0	21.0	58.0	29.5	14.4
17	80.0	82.98	12.97	64.5	25.0	21.0	58.0	29.5	14.4
18	85.0	82.60	12.59	65.5	25.0	21.5	58.0	30.0	14.4
19	90.0	82.30	12.29	65.0	25.0	21.5	58.0	29.5	14.4
20	95.0	82.08	12.07	65.0	25.0	21.5	58.0	29.5	14.4
21	100.0	81.93	11.92	65.0	24.5	21.0	58.0	30.0	14.4
22	105.0	81.83	11.82	66.0	25.0	22.0	58.0	30.0	14.4
23	110.0	81.76	11.75	65.0	25.0	22.0	58.0	30.0	14.4
24	115.0	81.70	11.69	65.5	25.0	22.0	58.0	30.0	14.4
25	120.0	81.64	11.63	65.5	25.0	22.0	58.5	29.5	14.4
26	125.0	81.59	11.58	65.5	25.0	22.0	58.5	29.5	14.4
27	130.0	81.55	11.54	65.0	25.0	22.0	58.0	30.0	14.4
28	135.0	81.53	11.52	66.0	25.0	22.0	58.5	30.0	14.4
29	140.0	81.53	11.52	65.0	25.0	22.5	58.0	30.0	14.4
30	145.0	81.53	11.52	65.5	25.0	22.5	58.0	30.0	14.4

TABLA 4.15. Datos experimentales de la operación de secado de Loche en rodajas, en secador de bandejas con flujo de aire a 70 °C. (Tercera corrida).

Datos	Tiempo	Peso (Loche + bandeja)	Peso del loche	Temperatura de la cámara	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
Nº	(min)	(g)	(g)	(°C)					(cm)
1	0.0	119.79	50.00	67.5	25.0	21.0	60.0	31.0	14.4
2	5.0	116.17	46.38	67.0	25.0	21.5	59.0	30.0	14.4
3	10.0	111.15	41.36	66.5	24.5	21.0	59.0	31.0	14.4
4	15.0	107.45	37.66	66.0	25.0	22.0	60.0	30.0	14.4
5	20.0	104.12	34.33	66.5	25.0	22.0	60.0	30.0	14.4
6	25.0	100.96	31.17	65.0	25.0	22.0	60.0	30.0	14.4
7	30.0	97.87	28.08	65.0	25.0	22.0	59.5	30.0	14.4
8	35.0	95.15	25.36	66.5	24.5	21.5	59.5	30.0	14.4
9	40.0	93.16	23.37	66.5	25.0	22.0	59.0	30.0	14.4
10	45.0	91.24	21.45	65.5	24.5	21.5	58.0	30.0	14.4
11	50.0	89.22	19.43	64.5	24.5	21.5	58.5	29.0	14.4
12	55.0	87.60	17.81	65.0	24.5	22.0	58.5	29.0	14.4
13	60.0	86.22	16.43	65.5	25.0	22.0	58.5	28.0	14.4
14	65.0	85.18	15.39	65.0	25.0	21.5	58.0	30.0	14.4
15	70.0	84.25	14.46	65.5	25.0	22.0	58.5	30.0	14.4
16	75.0	83.44	13.65	65.0	25.0	22.0	58.5	30.0	14.4
17	80.0	82.94	13.15	64.5	25.0	22.0	58.5	29.5	14.4
18	85.0	82.58	12.79	65.5	24.5	21.0	58.5	30.0	14.4
19	90.0	82.28	12.49	65.0	24.5	21.0	58.5	29.5	14.4
20	95.0	82.05	12.26	65.5	24.5	21.5	58.5	30.0	14.4
21	100.0	81.89	12.10	65.0	25.0	23.0	58.0	30.0	14.4
22	105.0	81.76	11.97	66.0	25.0	22.5	58.0	29.5	14.4
23	110.0	81.67	11.88	65.0	24.5	22.0	58.0	30.0	14.4
24	115.0	81.60	11.81	66.0	24.5	22.0	58.5	30.0	14.4
25	120.0	81.54	11.75	65.5	25.0	22.0	58.5	30.0	14.4
26	125.0	81.50	11.71	65.5	25.0	22.5	58.5	29.5	14.4
27	130.0	81.47	11.68	66.0	25.0	22.0	58.0	30.0	14.4
28	135.0	81.45	11.66	66.0	25.0	22.5	58.0	29.5	14.4
29	140.0	81.44	11.65	66.0	24.5	21.0	58.0	30.0	14.4
30	145.0	81.44	11.65	66.0	25.0	22.5	58.0	30.0	14.4
31	150.0	81.44	11.65	65.5	25.0	22.5	58.0	30.0	14.4

TABLA 4.16. Datos experimentales de la operación de secado de Loche en rodajas, en secador de bandejas con flujo de aire a 80 °C. (Primera corrida).

Datos	Tiempo	Peso (Loche + bandeja)	Peso del loche	Temperatura de la cámara	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
Nº	(min)	(g)	(g)	(°C)					(cm)
1	0.0	120.00	50.02	74.5	24.0	22.0	65.0	32.0	14.4
2	5.0	112.77	42.79	74.0	24.0	22.5	65.0	30.0	14.4
3	10.0	107.19	37.21	76.5	24.5	22.0	66.5	31.0	14.4
4	15.0	102.28	32.30	76.0	24.0	22.0	66.0	32.0	14.4
5	20.0	96.95	26.97	76.0	24.0	22.5	66.5	32.0	14.4
6	25.0	92.65	22.67	76.0	24.0	22.0	66.0	32.0	14.4
7	30.0	88.95	18.97	76.0	24.0	22.0	65.5	31.0	14.4
8	35.0	86.03	16.05	76.5	24.0	22.0	66.0	31.0	14.4
9	40.0	83.36	13.38	76.0	24.0	22.5	65.5	31.0	14.4
10	45.0	81.11	11.13	75.0	24.5	22.0	66.0	31.0	14.4
11	50.0	79.60	9.62	75.5	24.5	22.0	66.0	31.0	14.4
12	55.0	79.28	9.30	76.5	25.0	22.5	66.5	31.0	14.4
13	60.0	79.10	9.12	76.0	25.0	22.0	65.5	31.0	14.4
14	65.0	78.87	8.89	76.0	25.0	22.0	66.0	31.5	14.4
15	70.0	78.72	8.74	77.0	25.0	22.0	66.0	32.0	14.4
16	75.0	78.70	8.72	77.0	25.0	22.0	65.5	32.0	14.4
17	80.0	78.69	8.71	77.0	25.0	22.0	66.0	32.0	14.4
18	85.0	78.68	8.70	77.0	25.0	22.0	66.5	32.0	14.4
19	90.0	78.68	8.70	76.0	25.0	22.0	66.0	32.0	14.4
20	95.0	78.68	8.70	76.5	25.0	22.0	66.0	32.0	14.4

TABLA 4.17. Datos experimentales de la operación de secado de Loche en rodajas, en secador de bandejas con flujo de aire a 80 °C. (Segunda corrida).

Datos	Tiempo	Peso (Loche + bandeja)	Peso del loche	Temperatura de la cámara	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
Nº	(min)	(g)	(g)	(°C)					(cm)
1	0.0	120.03	50.02	75.5	25.0	22.0	66.0	32.0	14.4
2	5.0	112.84	42.83	74.5	24.5	21.0	66.5	31.0	14.4
3	10.0	107.36	37.35	76.5	24.5	21.0	66.5	31.0	14.4
4	15.0	102.35	32.34	76.5	24.0	22.0	66.0	32.0	14.4
5	20.0	97.14	27.13	76.5	24.0	22.5	66.5	31.5	14.4
6	25.0	92.71	22.70	76.5	24.5	22.0	66.0	31.5	14.4
7	30.0	89.10	19.09	76.0	24.0	21.0	65.5	31.5	14.4
8	35.0	86.09	16.08	76.5	24.5	22.0	66.0	31.0	14.4
9	40.0	83.50	13.49	76.5	24.0	22.0	65.5	31.0	14.4
10	45.0	81.19	11.18	75.5	24.5	22.0	65.5	31.5	14.4
11	50.0	79.77	9.76	75.5	24.5	22.0	66.0	31.5	14.4
12	55.0	79.47	9.46	76.5	25.0	22.0	66.5	31.0	14.4
13	60.0	79.30	9.29	76.5	25.0	22.0	65.5	31.5	14.4
14	65.0	79.06	9.05	77.0	24.5	21.5	65.5	31.5	14.4
15	70.0	78.88	8.87	76.5	24.5	21.5	66.0	32.0	14.4
16	75.0	78.81	8.80	77.0	24.5	21.5	65.5	31.5	14.4
17	80.0	78.77	8.76	77.0	24.5	21.5	65.5	31.5	14.4
18	85.0	78.75	8.74	76.5	25.0	22.0	66.5	31.5	14.4
19	90.0	78.74	8.73	76.5	25.0	22.0	66.5	31.5	14.4
20	95.0	78.74	8.73	76.5	25.0	22.0	66.5	32.0	14.4
21	100.0	78.74	8.73	76.5	25.0	22.0	66.5	32.0	14.4

TABLA 4.18. Datos experimentales de la operación de secado de Loche en rodajas, en secador de bandejas con flujo de aire a 80 °C. (Tercera corrida).

Datos	Tiempo	Peso (Loche + bandeja)	Peso del loche	Temperatura de la cámara	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
Nº	(min)	(g)	(g)	(°C)					(cm)
1	0.0	119.99	50.00	75.0	25.0	23.0	66.0	32.0	14.4
2	5.0	113.42	43.43	74.0	25.0	23.0	65.0	31.0	14.4
3	10.0	107.88	37.89	76.5	24.5	22.5	65.0	31.0	14.4
4	15.0	102.87	32.88	76.5	25.0	22.5	65.0	32.0	14.4
5	20.0	97.65	27.66	76.0	24.5	22.5	66.5	32.0	14.4
6	25.0	93.10	23.11	76.5	24.5	22.0	66.5	31.5	14.4
7	30.0	89.40	19.41	76.0	24.5	22.0	65.5	31.5	14.4
8	35.0	86.38	16.39	76.5	24.5	22.0	66.0	31.5	14.4
9	40.0	83.71	13.72	76.5	25.0	23.0	66.0	31.5	14.4
10	45.0	81.39	11.40	75.0	24.5	22.0	66.0	31.0	14.4
11	50.0	79.77	9.78	75.5	24.5	22.0	66.5	31.5	14.4
12	55.0	79.45	9.46	76.5	25.0	22.5	66.5	31.5	14.4
13	60.0	79.22	9.23	77.0	24.5	22.0	66.0	31.0	14.4
14	65.0	79.03	9.04	76.0	24.5	22.5	66.0	31.5	14.4
15	70.0	78.87	8.88	77.0	24.5	22.0	66.5	32.0	14.4
16	75.0	78.81	8.82	77.0	25.0	23.0	66.0	31.5	14.4
17	80.0	78.77	8.78	77.0	25.0	23.0	66.0	32.0	14.4
18	85.0	78.75	8.76	77.0	25.0	23.0	66.5	32.0	14.4
19	90.0	78.74	8.75	76.0	25.0	23.0	66.5	31.5	14.4
20	95.0	78.73	8.74	76.5	25.0	23.0	66.5	31.5	14.4
21	100.0	78.73	8.74	77.0	25.0	23.0	66.5	32.0	14.4
22	105.0	78.73	8.74	77.0	25.0	23.0	66.5	31.5	14.4

TABLA 4.19. Datos experimentales de la operación de secado de Loche triturado, en secador de bandejas con flujo de aire a 60 °C. (Primera corrida).

Datos	Tiempo	Peso (Loche + bandeja)	Peso del loche	Temperatura de la cámara	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
Nº	(min)	(g)	(g)	(°C)					(cm)
1	0.0	120.02	50.00	56.5	24.0	22.0	51.0	30.0	14.4
2	5.0	118.35	48.33	56.0	24.0	22.0	50.0	29.5	14.4
3	10.0	115.17	45.15	56.5	24.0	22.0	50.0	28.0	14.4
4	15.0	112.32	42.30	57.0	24.0	22.0	50.0	28.0	14.4
5	20.0	109.57	39.55	57.0	24.0	22.0	50.0	28.5	14.4
6	25.0	106.51	36.49	57.5	24.0	22.5	50.0	29.0	14.4
7	30.0	103.65	33.63	57.5	24.5	22.0	51.0	29.0	14.4
8	35.0	100.64	30.62	57.0	24.0	22.0	51.0	28.5	14.4
9	40.0	97.80	27.78	56.5	24.0	22.5	51.0	28.0	14.4
10	45.0	95.09	25.07	57.0	24.0	22.0	50.0	28.0	14.4
11	50.0	92.34	22.32	58.0	24.0	22.0	51.0	28.0	14.4
12	55.0	90.46	20.44	58.0	24.0	22.0	51.5	28.0	14.4
13	60.0	87.46	17.44	57.0	24.0	22.5	52.0	28.0	14.4
14	65.0	86.46	16.44	57.0	24.5	22.0	52.0	28.0	14.4
15	70.0	85.29	15.27	57.0	24.5	22.0	52.0	28.0	14.4
16	75.0	83.74	13.72	57.0	25.0	22.5	52.0	28.0	14.4
17	80.0	82.58	12.56	56.5	25.0	22.0	51.0	28.0	14.4
18	80.0	82.13	12.11	57.0	24.5	22.0	52.0	28.0	14.4
19	90.0	81.05	11.03	57.0	25.0	23.0	52.0	29.0	14.4
20	95.0	80.35	10.33	57.0	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
21	100.0	79.94	9.92	58.0	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
22	105.0	79.65	9.63	57.0	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
23	110.0	79.46	9.44	58.0	25.0	22.5	51.0	28.0	14.4
24	115.0	79.34	9.32	57.0	25.0	22.5	52.5	28.0	14.4
25	120.0	79.27	9.25	57.5	25.0	23.0	52.0	29.0	14.4
26	125.0	79.22	9.20	56.5	25.0	23.0	52.0	29.0	14.4
27	130.0	79.18	9.16	57.0	25.0	22.5	51.0	29.0	14.4
28	135.0	79.14	9.12	57.0	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
29	140.0	79.11	9.09	57.0	25.0	23.0	52.0	29.0	14.4
30	145.0	79.09	9.07	58.0	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
31	150.0	79.09	9.07	57.0	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
32	155.0	79.09	9.07	58.0	25.0	23.0	52.0	29.0	14.4

TABLA 4.20. Datos experimentales de la operación de secado de Loche triturado, en secador de bandejas con flujo de aire a 60 °C. (Segunda corrida).

Datos	Tiempo	Peso (Loche + bandeja)	Peso del loche	Temperatura de la cámara	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
Nº	(min)	(g)	(g)	(°C)					(cm)
1	0.0	120.03	50.02	57.0	25.0	22.5	51.5	31.0	14.4
2	5.0	117.05	47.04	57.0	25.0	22.5	51.0	30.0	14.4
3	10.0	113.87	43.86	56.5	25.0	22.5	51.0	30.0	14.4
4	15.0	110.97	40.96	56.5	25.0	22.5	50.0	29.0	14.4
5	20.0	108.26	38.25	57.0	24.5	22.0	50.0	28.5	14.4
6	25.0	105.59	35.58	57.0	24.0	22.0	51.5	28.5	14.4
7	30.0	102.67	32.66	57.5	24.5	22.0	51.5	29.0	14.4
8	35.0	99.79	29.78	57.0	24.0	22.0	51.5	28.5	14.4
9	40.0	96.95	26.94	56.5	24.0	22.5	51.0	28.5	14.4
10	45.0	94.24	24.23	57.0	24.0	22.5	50.0	28.5	14.4
11	50.0	91.49	21.48	57.5	24.0	22.0	51.0	28.0	14.4
12	55.0	89.61	19.60	58.0	24.5	22.0	51.5	28.5	14.4
13	60.0	88.03	18.02	58.0	25.0	22.5	51.5	28.0	14.4
14	65.0	86.81	16.80	58.0	25.0	22.5	51.5	28.5	14.4
15	70.0	85.80	15.79	57.5	24.5	22.5	52.0	28.5	14.4
16	75.0	84.25	14.24	57.5	25.0	22.5	52.0	28.0	14.4
17	80.0	83.09	13.08	57.5	25.0	22.5	52.0	28.5	14.4
18	80.0	82.10	12.09	57.0	24.5	22.0	52.0	28.5	14.4
19	90.0	81.23	11.22	57.0	24.5	22.0	52.0	28.0	14.4
20	95.0	80.48	10.47	57.0	24.5	22.0	52.5	28.5	14.4
21	100.0	79.93	9.92	58.0	25.0	22.0	52.5	29.0	14.4
22	105.0	79.60	9.59	57.0	25.0	22.0	52.5	28.0	14.4
23	110.0	79.39	9.38	58.0	24.5	22.0	52.5	28.0	14.4
24	115.0	79.24	9.23	57.0	25.0	22.0	52.5	28.0	14.4
25	120.0	79.13	9.12	57.5	24.5	22.5	52.5	28.0	14.4
26	125.0	79.06	9.05	56.5	25.0	23.0	52.0	28.0	14.4
27	130.0	79.02	9.01	57.0	25.0	23.0	52.0	29.0	14.4
28	135.0	79.00	8.99	57.0	24.5	22.5	52.0	28.0	14.4
29	140.0	78.99	8.98	57.0	25.0	22.5	52.5	28.5	14.4
30	145.0	78.99	8.98	58.0	25.0	23.0	52.5	28.5	14.4
31	150.0	78.99	8.98	58.0	25.0	23.0	52.5	28.5	14.4

TABLA 4.21. Datos experimentales de la operación de secado de Loche triturado, en secador de bandejas con flujo de aire a 60 °C. (tercera corrida).

Datos Nº	Tiempo (min)	Peso (Loche + bandeja) (g)	Peso del loche (g)	Temperatura de la cámara (°C)	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura (cm)
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
1	0.0	120.03	50.04	57.0	25.0	22.5	51.5	30.5	14.4
2	5.0	118.00	48.01	56.0	25.0	23.0	50.0	29.5	14.4
3	10.0	114.87	44.88	56.5	24.5	21.5	50.5	28.5	14.4
4	15.0	111.99	42.00	56.5	24.5	21.5	50.5	29.0	14.4
5	20.0	109.20	39.21	57.0	24.0	21.0	50.0	28.5	14.4
6	25.0	106.16	36.17	57.5	24.0	21.5	50.0	28.5	14.4
7	30.0	103.31	33.32	57.0	24.5	21.5	51.0	29.0	14.4
8	35.0	100.39	30.40	57.0	24.0	22.0	50.5	29.0	14.4
9	40.0	97.56	27.57	56.5	24.5	21.5	51.0	29.0	14.4
10	45.0	94.79	24.80	56.5	24.5	21.5	50.5	29.0	14.4
11	50.0	92.14	22.15	57.5	24.0	21.5	51.0	28.5	14.4
12	55.0	90.25	20.26	58.0	24.0	21.5	51.5	28.5	14.4
13	60.0	88.61	18.62	57.0	24.5	21.5	52.0	28.5	14.4
14	65.0	87.24	17.25	57.5	24.5	21.5	51.5	28.5	14.4
15	70.0	86.02	16.03	57.0	24.5	21.5	52.0	28.5	14.4
16	75.0	84.95	14.96	57.5	25.0	22.5	51.5	28.5	14.4
17	80.0	83.75	13.76	56.5	24.5	21.5	51.5	28.5	14.4
18	80.0	82.74	12.75	57.0	24.5	21.5	52.0	28.5	14.4
19	90.0	81.85	11.86	57.5	25.0	23.0	52.0	29.0	14.4
20	95.0	81.05	11.06	57.0	24.5	21.5	51.5	29.0	14.4
21	100.0	80.44	10.45	57.5	25.0	22.0	52.0	28.5	14.4
22	105.0	80.05	10.06	57.0	25.0	22.0	52.0	28.0	14.4
23	110.0	79.78	9.79	57.5	25.0	22.0	51.5	28.5	14.4
24	115.0	79.59	9.60	57.0	24.5	21.5	52.5	28.5	14.4
25	120.0	79.43	9.44	57.5	25.0	23.0	52.0	29.0	14.4
26	125.0	79.30	9.31	56.5	24.5	21.5	52.0	29.0	14.4
27	130.0	79.21	9.22	57.0	25.0	23.5	51.0	29.0	14.4
28	135.0	79.15	9.16	57.5	24.5	21.5	52.0	28.5	14.4
29	140.0	79.11	9.12	57.0	25.0	23.0	52.0	29.0	14.4
30	145.0	79.09	9.10	58.0	24.5	21.5	52.0	29.0	14.4
31	150.0	79.08	9.09	57.0	25.0	23.0	52.0	29.0	14.4
32	155.0	79.08	9.09	57.5	25.0	23.0	52.0	29.0	14.4
33	160.0	79.08	9.09	57.5	24.5	22.0	52.0	29.0	14.4

TABLA 4.22. Datos experimentales de la operación de secado de Loche triturado, en secador de bandejas con flujo de aire a 70 °C. (Primera corrida).

Datos Nº	Tiempo (min)	Peso (Loche + bandeja) (g)	Peso del loche (g)	Temperatura de la cámara (°C)	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura (cm)
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
1	0.0	119.89	50.00	68.0	24.0	21.0	58.0	30.0	14.4
2	5.0	116.48	46.59	67.0	24.0	21.0	58.0	30.0	14.4
3	10.0	112.19	42.30	66.0	24.0	21.0	58.0	30.0	14.4
4	15.0	107.67	37.78	66.0	24.5	21.0	59.0	30.0	14.4
5	20.0	103.16	33.27	66.0	24.5	21.0	59.0	30.0	14.4
6	25.0	99.59	29.70	66.0	24.5	21.0	58.0	28.0	14.4
7	30.0	95.65	25.76	67.0	24.5	21.0	58.0	30.0	14.4
8	35.0	91.87	21.98	67.0	24.5	21.0	58.0	30.0	14.4
9	40.0	88.60	18.71	65.5	24.0	21.0	58.0	30.0	14.4
10	45.0	85.79	15.90	67.0	24.5	21.0	58.0	30.0	14.4
11	50.0	83.49	13.60	67.0	24.0	21.0	58.0	30.0	14.4
12	55.0	81.70	11.81	67.0	24.0	21.0	58.0	30.0	14.4
13	60.0	80.72	10.83	67.0	24.0	21.0	58.0	30.0	14.4
14	65.0	79.88	9.99	66.0	23.5	21.0	58.0	30.0	14.4
15	70.0	79.42	9.53	66.0	23.5	21.0	59.0	29.0	14.4
16	75.0	79.12	9.23	67.0	23.5	21.0	58.0	30.0	14.4
17	80.0	78.94	9.05	66.0	24.0	21.5	58.0	30.0	14.4
18	85.0	78.83	8.94	66.5	24.0	22.0	58.0	29.0	14.4
19	90.0	78.77	8.88	66.5	25.0	22.0	58.0	29.0	14.4
20	95.0	78.73	8.84	67.0	25.0	22.0	59.0	29.0	14.4
21	100.0	78.70	8.81	67.5	25.0	22.0	59.0	30.0	14.4
22	105.0	78.68	8.79	66.0	25.0	22.0	59.0	30.0	14.4
23	110.0	78.65	8.76	66.0	25.0	22.0	59.0	30.0	14.4
24	115.0	78.63	8.74	66.5	25.0	22.0	58.0	30.0	14.4
25	120.0	78.62	8.73	66.5	24.5	22.5	58.0	30.0	14.4
26	125.0	78.62	8.73	67.0	24.5	22.0	58.0	30.0	14.4
27	130.0	78.62	8.73	67.0	24.5	22.0	58.0	30.0	14.4

TABLA 4.23. Datos experimentales de la operación de secado de Loche triturado, en secador de bandejas con flujo de aire a 70 °C. (Segunda corrida).

Datos	Tiempo	Peso (Loche + bandeja)	Peso del loche	Temperatura de la cámara	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
1	0.0	119.95	50.05	68.0	24.0	21.0	61.0	31.0	14.4
2	5.0	116.61	46.71	67.0	24.0	21.0	58.0	30.5	14.4
3	10.0	112.11	42.21	66.0	24.0	21.0	58.0	30.5	14.4
4	15.0	107.70	37.80	66.0	24.0	21.0	59.0	30.5	14.4
5	20.0	103.04	33.14	66.0	24.5	21.0	59.0	30.0	14.4
6	25.0	99.91	30.01	66.0	24.5	21.0	58.0	28.0	14.4
7	30.0	95.73	25.83	67.0	24.5	21.0	58.0	30.0	14.4
8	35.0	91.95	22.05	67.0	24.5	21.0	58.0	30.5	14.4
9	40.0	88.46	18.56	65.5	24.5	21.0	58.0	30.0	14.4
10	45.0	86.10	16.20	67.0	24.5	21.0	58.0	30.0	14.4
11	50.0	83.64	13.74	67.0	24.0	22.0	58.0	30.5	14.4
12	55.0	81.52	11.62	67.0	24.0	22.0	58.0	30.0	14.4
13	60.0	80.81	10.91	67.0	24.0	21.0	58.0	30.0	14.4
14	65.0	79.95	10.05	66.0	24.0	21.0	58.0	30.0	14.4
15	70.0	79.51	9.61	66.0	24.0	21.0	59.0	30.5	14.4
16	75.0	79.47	9.57	67.0	24.0	21.0	58.0	30.5	14.4
17	80.0	79.13	9.23	66.0	24.0	21.5	58.0	30.5	14.4
18	85.0	78.97	9.07	66.5	24.0	22.0	58.0	30.0	14.4
19	90.0	78.89	8.99	66.5	24.0	22.0	58.0	30.0	14.4
20	95.0	78.79	8.89	67.0	24.5	22.0	59.0	30.0	14.4
21	100.0	78.78	8.88	67.5	24.5	22.0	59.0	30.5	14.4
22	105.0	78.74	8.84	66.0	24.5	22.5	59.0	30.5	14.4
23	110.0	78.72	8.82	66.0	24.5	22.5	59.0	30.5	14.4
24	115.0	78.71	8.81	66.5	25.0	22.5	58.0	30.0	14.4
25	120.0	78.70	8.80	66.5	25.0	22.5	58.0	30.0	14.4
26	125.0	78.70	8.80	67.0	25.0	22.0	58.0	30.5	14.4
27	130.0	78.70	8.80	67.0	25.0	22.0	58.0	30.0	14.4

TABLA 4.24. Datos experimentales de la operación de secado de Loche triturado, en secador de bandejas con flujo de aire a 70 °C. (Tercera corrida).

Datos	Tiempo	Peso (Loche + bandeja)	Peso del loche	Temperatura de la cámara	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
1	0.0	120.57	50.05	68.0	24.0	21.5	59.0	30.0	14.4
2	5.0	116.96	46.44	67.0	24.0	22.0	58.0	29.5	14.4
3	10.0	112.71	42.19	67.0	24.0	21.5	58.5	29.5	14.4
4	15.0	108.10	37.58	66.5	24.5	21.0	59.0	30.0	14.4
5	20.0	103.65	33.13	66.0	24.5	21.0	59.0	29.5	14.4
6	25.0	99.74	29.22	66.5	24.5	21.0	59.0	29.0	14.4
7	30.0	95.99	25.47	66.5	24.5	21.0	59.0	29.5	14.4
8	35.0	92.32	21.80	67.0	24.5	21.0	58.5	30.0	14.4
9	40.0	89.13	18.61	65.5	24.5	21.0	58.0	29.5	14.4
10	45.0	86.35	15.83	67.0	24.0	21.5	58.5	30.0	14.4
11	50.0	84.06	13.54	66.5	24.0	22.0	58.5	29.5	14.4
12	55.0	82.26	11.74	67.0	24.0	21.0	58.5	30.0	14.4
13	60.0	81.35	10.83	66.5	24.0	21.0	58.0	29.5	14.4
14	65.0	80.53	10.01	66.0	24.0	21.0	58.5	30.0	14.4
15	70.0	80.11	9.59	66.5	24.0	21.0	59.0	29.0	14.4
16	75.0	79.84	9.32	67.0	24.5	21.0	59.0	30.0	14.4
17	80.0	79.68	9.16	66.0	24.5	21.5	58.0	29.5	14.4
18	85.0	79.58	9.06	66.5	24.5	22.0	58.5	30.0	14.4
19	90.0	79.51	8.99	66.5	24.0	21.5	58.0	30.0	14.4
20	95.0	79.46	8.94	67.0	24.5	21.5	58.5	29.5	14.4
21	100.0	79.42	8.90	67.5	24.0	22.0	58.5	29.5	14.4
22	105.0	79.39	8.87	66.5	24.0	22.0	59.0	30.0	14.4
23	110.0	79.36	8.84	66.0	24.5	22.0	59.0	29.5	14.4
24	115.0	79.34	8.82	66.5	24.0	21.5	58.5	30.0	14.4
25	120.0	79.33	8.81	66.5	24.5	22.5	58.0	29.5	14.4
26	125.0	79.32	8.80	67.0	24.5	22.5	58.5	30.0	14.4
27	130.0	79.32	8.80	67.5	25.0	23.0	58.5	29.5	14.4
28	135.0	79.32	8.80	67.5	24.5	22.0	58.0	30.0	14.4

TABLA 4.25. Datos experimentales de la operación de secado de Loche triturado, en secador de bandejas con flujo de aire a 80 °C. (Primera corrida).

Datos Nº	Tiempo (min)	Peso (Loche + bandeja) (g)	Peso del loche (g)	Temperatura de la cámara (°C)	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura (cm)
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
1	0.0	119.95	50.00	78.0	25.0	22.0	67.0	32.0	14.4
2	5.0	115.23	45.28	75.5	24.5	22.5	66.0	32.0	14.4
3	10.0	109.74	39.79	75.5	25.0	22.0	66.0	32.5	14.4
4	15.0	104.04	34.09	75.0	25.0	22.0	66.0	32.0	14.4
5	20.0	99.51	29.56	75.5	25.0	22.0	66.0	32.5	14.4
6	25.0	94.42	24.47	75.0	25.0	22.0	66.0	33.0	14.4
7	30.0	90.30	20.35	76.0	25.0	22.0	66.0	33.0	14.4
8	35.0	85.56	15.61	75.0	25.0	22.0	66.0	32.0	14.4
9	40.0	82.91	12.96	76.0	25.0	22.0	66.0	32.5	14.4
10	45.0	81.28	11.33	76.0	25.0	22.0	66.0	32.0	14.4
11	50.0	80.00	10.05	76.0	25.5	22.0	66.0	32.0	14.4
12	55.0	79.32	9.37	76.0	24.5	22.0	66.0	32.0	14.4
13	60.0	78.95	9.00	76.0	24.0	21.5	66.0	32.0	14.4
14	65.0	78.83	8.88	76.0	24.0	21.5	66.0	32.0	14.4
15	70.0	78.73	8.78	77.0	24.0	21.5	66.0	32.0	14.4
16	75.0	78.67	8.72	77.0	24.5	21.0	66.0	32.0	14.4
17	80.0	78.66	8.71	76.0	24.5	21.0	66.0	32.0	14.4
18	85.0	78.66	8.71	76.5	24.5	21.0	66.0	32.0	14.4
19	90.0	78.66	8.71	76.5	24.5	21.0	66.0	32.0	14.4

TABLA 4.26. Datos experimentales de la operación de secado de Loche triturado, en secador de bandejas con flujo de aire a 80 °C. (Segunda corrida).

Datos Nº	Tiempo (min)	Peso (Loche + bandeja) (g)	Peso del loche (g)	Temperatura de la cámara (°C)	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura (cm)
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
1	0.0	120.23	50.00	78.0	25.0	23.0	67.0	33.0	14.4
2	5.0	114.97	44.74	75.5	25.0	22.5	66.5	33.0	14.4
3	10.0	109.49	39.26	76.0	25.0	22.5	66.5	32.5	14.4
4	15.0	104.31	34.08	75.0	25.0	22.5	66.5	32.5	14.4
5	20.0	99.27	29.04	76.0	25.5	23.0	66.0	32.5	14.4
6	25.0	94.22	23.99	76.0	24.5	22.5	66.0	32.5	14.4
7	30.0	90.22	19.99	76.0	25.0	22.5	66.0	33.0	14.4
8	35.0	86.32	16.09	76.0	25.0	23.0	66.5	33.0	14.4
9	40.0	83.53	13.30	76.5	25.5	22.5	66.0	33.0	14.4
10	45.0	81.14	10.91	76.5	24.5	21.0	66.0	32.0	14.4
11	50.0	79.98	9.75	76.0	25.5	23.0	66.5	32.0	14.4
12	55.0	79.28	9.05	76.0	24.5	21.0	66.0	32.0	14.4
13	60.0	79.04	8.81	76.5	24.0	22.5	66.0	32.5	14.4
14	65.0	79.02	8.79	76.5	24.0	22.5	66.0	32.5	14.4
15	70.0	79.00	8.77	77.0	25.5	23.0	66.5	33.0	14.4
16	75.0	78.97	8.74	77.0	24.5	22.5	66.5	33.0	14.4
17	80.0	78.96	8.73	76.0	24.0	22.0	66.0	32.5	14.4
18	85.0	78.96	8.73	76.5	24.0	22.0	66.0	32.5	14.4
19	90.0	78.96	8.73	76.5	24.0	22.0	66.0	32.5	14.4

TABLA 4.27. Datos experimentales de la operación de secado de Loche triturado, en secador de bandejas con flujo de aire a 80 °C. (Tercera corrida).

Datos	Tiempo	Peso (Loche + bandeja)	Peso del loche	Temperatura de la cámara	Temperatura del aire en la cámara de secado				Altura
					Tbs Entrada	Tbh Entrada	Tbs Salida	Tbh Salida	
Nº	(min)	(g)	(g)	(°C)					(cm)
1	0.0	120.15	50.10	77.5	25.0	23.0	67.0	32.0	14.4
2	5.0	114.71	44.66	76.0	25.0	23.0	66.5	31.5	14.4
3	10.0	109.14	39.09	76.0	25.0	23.0	66.0	31.5	14.4
4	15.0	104.13	34.08	75.5	24.5	22.0	66.0	32.0	14.4
5	20.0	99.13	29.08	75.5	25.0	23.0	66.5	32.5	14.4
6	25.0	94.15	24.10	75.5	24.5	22.0	66.0	33.0	14.4
7	30.0	90.27	20.22	76.0	25.0	23.0	66.0	32.5	14.4
8	35.0	86.49	16.44	75.5	25.0	22.0	66.5	32.0	14.4
9	40.0	83.90	13.85	76.0	24.5	21.5	66.0	32.5	14.4
10	45.0	81.49	11.44	75.5	25.0	22.0	66.5	32.5	14.4
11	50.0	80.28	10.23	76.0	25.5	23.0	66.0	32.0	14.4
12	55.0	79.53	9.48	75.5	24.5	22.0	66.0	31.5	14.4
13	60.0	79.21	9.16	75.5	24.0	21.5	66.5	32.0	14.4
14	65.0	78.96	8.91	76.0	24.0	21.5	66.0	32.0	14.4
15	70.0	78.87	8.82	76.5	24.5	21.0	66.0	31.5	14.4
16	75.0	78.83	8.78	76.5	24.0	21.0	66.5	32.5	14.4
17	80.0	78.81	8.76	76.0	24.0	21.5	66.0	32.0	14.4
18	85.0	78.80	8.75	76.5	24.5	21.5	66.5	31.5	14.4
19	90.0	78.80	8.75	76.5	24.5	21.0	66.5	32.0	14.4
20	95.0	78.80	8.75	77.0	24.5	21.0	66.5	32.5	14.4

ANEXO N° 5

TABLA 5.1. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado de Loche rallado, en secador de bandejas con flujo de aire a 60 °C. (Primera corrida).

Datos	Tiempo	Peso del sólido	Humedad sólido en base seca	Humedad libre	Media	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	(W)	$X_t = (W - W_s) / W_s$	$X = X_t - X^*$	X		h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.03	4.7571	4.6880	4.5056	0.3648	0.0833	1.5850
2	5	46.86	4.3923	4.3233	4.1115	0.4235	0.0833	1.8400
3	10	43.18	3.9688	3.8998	3.7341	0.3314	0.0833	1.4400
4	15	40.30	3.6374	3.5684	3.3699	0.3970	0.0833	1.7250
5	20	36.85	3.2404	3.1714	2.9901	0.3625	0.0833	1.5750
6	25	33.70	2.8779	2.8089	2.6167	0.3843	0.0833	1.6700
7	30	30.36	2.4936	2.4246	2.2416	0.3659	0.0833	1.5900
8	35	27.18	2.1277	2.0586	1.9096	0.2980	0.0833	1.2950
9	40	24.59	1.8296	1.7606	1.6116	0.2980	0.0833	1.2950
10	45	22.00	1.5316	1.4626	1.3360	0.2532	0.0833	1.1000
11	50	19.80	1.2784	1.2094	1.0897	0.2393	0.0833	1.0400
12	55	17.72	1.0391	0.9701	0.8751	0.1899	0.0833	0.8250
13	60	16.07	0.8492	0.7802	0.6899	0.1807	0.0833	0.7850
14	65	14.50	0.6685	0.5995	0.5328	0.1335	0.0833	0.5800
15	70	13.34	0.5351	0.4660	0.4068	0.1185	0.0833	0.5150
16	75	12.31	0.4165	0.3475	0.2975	0.1001	0.0833	0.4350
17	80	11.44	0.3164	0.2474	0.2123	0.0702	0.0833	0.3050
18	85	10.83	0.2462	0.1772	0.1473	0.0598	0.0833	0.2600
19	90	10.31	0.1864	0.1174	0.0984	0.0380	0.0833	0.1650
20	95	9.98	0.1484	0.0794	0.0662	0.0265	0.0833	0.1150
21	100	9.75	0.1220	0.0529	0.0449	0.0161	0.0833	0.0700
22	105	9.61	0.1058	0.0368	0.0288	0.0161	0.0833	0.0700
23	110	9.47	0.0897	0.0207	0.0178	0.0058	0.0833	0.0250
24	115	9.42	0.0840	0.0150	0.0127	0.0046	0.0833	0.0200
25	120	9.38	0.0794	0.0104	0.0086	0.0035	0.0833	0.0150
26	125	9.35	0.0759	0.0069	0.0058	0.0023	0.0833	0.0100
27	130	9.33	0.0736	0.0046	0.0035	0.0023	0.0833	0.0100
28	135	9.31	0.0713	0.0023	0.0017	0.0012	0.0833	0.0050
29	140	9.30	0.0702	0.0012	0.0006	0.0012	0.0833	0.0050
30	145	9.29	0.0690	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
31	150	9.29	0.0690	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
32	155	9.29	0.0690	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000

TABLA 5.2. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado de Loche rallado, en secador de bandejas con flujo de aire a 60 °C. (Segunda corrida).

Datos	Tiempo	Peso del solido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t = (W - W_s)/W_s$	Humedad libre $X = X_t - X^*$	Media X	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	g H ₂ O/g s.s.			h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.09	4.7571	4.6870	4.4836	0.4069	0.0833	1.7700
2	5	46.55	4.3502	4.2801	4.1261	0.3080	0.0833	1.3400
3	10	43.87	4.0422	3.9721	3.8066	0.3310	0.0833	1.4400
4	15	40.99	3.7112	3.6411	3.4199	0.4425	0.0833	1.9250
5	20	37.14	3.2687	3.1986	3.0216	0.3540	0.0833	1.5400
6	25	34.06	2.9147	2.8446	2.6257	0.4379	0.0833	1.9050
7	30	30.25	2.4768	2.4067	2.2504	0.3126	0.0833	1.3600
8	35	27.53	2.1641	2.0941	1.9361	0.3161	0.0833	1.3750
9	40	24.78	1.8481	1.7780	1.6292	0.2977	0.0833	1.2950
10	45	22.19	1.5504	1.4804	1.3252	0.3103	0.0833	1.3500
11	50	19.49	1.2401	1.1700	1.0620	0.2161	0.0833	0.9400
12	55	17.61	1.0240	0.9540	0.8591	0.1896	0.0833	0.8250
13	60	15.96	0.8343	0.7643	0.6741	0.1804	0.0833	0.7850
14	65	14.39	0.6539	0.5839	0.5172	0.1333	0.0833	0.5800
15	70	13.23	0.5206	0.4505	0.4011	0.0988	0.0833	0.4300
16	75	12.37	0.4217	0.3517	0.3052	0.0931	0.0833	0.4050
17	80	11.58	0.3286	0.2586	0.1988	0.1195	0.0833	0.5200
18	85	10.52	0.2091	0.1391	0.1247	0.0287	0.0833	0.1250
19	90	10.27	0.1804	0.1103	0.0942	0.0322	0.0833	0.1400
20	95	9.99	0.1482	0.0782	0.0603	0.0356	0.0833	0.1550
21	100	9.68	0.1126	0.0425	0.0333	0.0184	0.0833	0.0800
22	105	9.52	0.0942	0.0241	0.0224	0.0034	0.0833	0.0150
23	110	9.49	0.0907	0.0207	0.0167	0.0080	0.0833	0.0350
24	115	9.42	0.0827	0.0126	0.0103	0.0046	0.0833	0.0200
25	120	9.38	0.0781	0.0080	0.0069	0.0023	0.0833	0.0100
26	125	9.36	0.0758	0.0057	0.0040	0.0034	0.0833	0.0150
27	130	9.33	0.0723	0.0023	0.0017	0.0011	0.0833	0.0050
28	135	9.32	0.0712	0.0011	0.0006	0.0011	0.0833	0.0050
29	140	9.31	0.0700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
30	145	9.31	0.0700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
31	150	9.31	0.0700	0.0000	-----	-----	-----	-----

TABLA 5.3. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado de Loche rallado, en secador de bandejas con flujo de aire a 60 °C. (Tercera corrida).

Datos	Tiempo	Peso del solido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t = (W - W_s)/W_s$	Humedad libre $X = X_t - X^*$	Media X	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	g H ₂ O/g s.s.			h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.01	4.7571	4.6899	4.5604	0.2590	0.0833	1.1250
2	5	47.76	4.4980	4.4309	4.2012	0.4593	0.0833	1.9950
3	10	43.77	4.0387	3.9716	3.7517	0.4398	0.0833	1.9100
4	15	39.95	3.5990	3.5318	3.3350	0.3937	0.0833	1.7100
5	20	36.53	3.2053	3.1381	2.9557	0.3649	0.0833	1.5850
6	25	33.36	2.8403	2.7732	2.5844	0.3776	0.0833	1.6400
7	30	30.08	2.4628	2.3956	2.2177	0.3557	0.0833	1.5450
8	35	26.99	2.1070	2.0399	1.8897	0.3005	0.0833	1.3050
9	40	24.38	1.8066	1.7394	1.6019	0.2751	0.0833	1.1950
10	45	21.99	1.5314	1.4643	1.3233	0.2820	0.0833	1.2250
11	50	19.54	1.2494	1.1823	1.0666	0.2314	0.0833	1.0050
12	55	17.53	1.0180	0.9509	0.8617	0.1784	0.0833	0.7750
13	60	15.98	0.8396	0.7724	0.6832	0.1784	0.0833	0.7750
14	65	14.43	0.6612	0.5940	0.5330	0.1220	0.0833	0.5300
15	70	13.37	0.5391	0.4720	0.4115	0.1209	0.0833	0.5250
16	75	12.32	0.4183	0.3511	0.2953	0.1117	0.0833	0.4850
17	80	11.35	0.3066	0.2394	0.2078	0.0633	0.0833	0.2750
18	85	10.80	0.2433	0.1761	0.1445	0.0633	0.0833	0.2750
19	90	10.25	0.1800	0.1128	0.0990	0.0276	0.0833	0.1200
20	95	10.01	0.1523	0.0852	0.0668	0.0368	0.0833	0.1600
21	100	9.69	0.1155	0.0483	0.0386	0.0196	0.0833	0.0850
22	105	9.52	0.0959	0.0288	0.0236	0.0104	0.0833	0.0450
23	110	9.43	0.0856	0.0184	0.0138	0.0092	0.0833	0.0400
24	115	9.35	0.0764	0.0092	0.0075	0.0035	0.0833	0.0150
25	120	9.32	0.0729	0.0058	0.0040	0.0035	0.0833	0.0150
26	125	9.29	0.0694	0.0023	0.0017	0.0012	0.0833	0.0050
27	130	9.28	0.0683	0.0012	0.0006	0.0012	0.0833	0.0050
28	135	9.27	0.0671	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
29	140	9.27	0.0671	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
30	145	9.27	0.0671	0.0000	-----	-----	-----	-----

TABLA 5.4. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado de Loche rallado, en secador de bandejas con flujo de aire a 70 °C. (Primera corrida).

Datos	Tiempo	Peso del solido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t = (W - W_0)/W_0$	Humedad libre $X = X_t - X^*$	Media X	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	g H ₂ O/g s.s.			h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.00	4.7571	4.7047	4.3615	0.6862	0.0833	2.9800
2	5	44.04	4.0708	4.0184	3.7139	0.6091	0.0833	2.6450
3	10	38.75	3.4617	3.4093	3.1485	0.5216	0.0833	2.2650
4	15	34.22	2.9401	2.8877	2.6891	0.3972	0.0833	1.7250
5	20	30.77	2.5429	2.4905	2.2666	0.4479	0.0833	1.9450
6	25	26.88	2.0950	2.0426	1.8555	0.3742	0.0833	1.6250
7	30	23.63	1.7208	1.6684	1.5066	0.3235	0.0833	1.4050
8	35	20.82	1.3972	1.3448	1.1883	0.3132	0.0833	1.3600
9	40	18.10	1.0841	1.0317	0.9223	0.2188	0.0833	0.9500
10	45	16.20	0.8653	0.8129	0.7041	0.2176	0.0833	0.9450
11	50	14.31	0.6477	0.5953	0.5227	0.1451	0.0833	0.6300
12	55	13.05	0.5026	0.4502	0.3938	0.1128	0.0833	0.4900
13	60	12.07	0.3898	0.3374	0.2919	0.0910	0.0833	0.3950
14	65	11.28	0.2988	0.2464	0.2101	0.0725	0.0833	0.3150
15	70	10.65	0.2263	0.1739	0.1480	0.0518	0.0833	0.2250
16	75	10.20	0.1744	0.1220	0.1019	0.0403	0.0833	0.1750
17	80	9.85	0.1341	0.0818	0.0651	0.0334	0.0833	0.1450
18	85	9.58	0.1007	0.0484	0.0397	0.0173	0.0833	0.0750
19	90	9.41	0.0835	0.0311	0.0253	0.0115	0.0833	0.0500
20	95	9.31	0.0720	0.0196	0.0161	0.0069	0.0833	0.0300
21	100	9.25	0.0651	0.0127	0.0081	0.0092	0.0833	0.0400
22	105	9.17	0.0558	0.0035	0.0023	0.0023	0.0833	0.0100
23	110	9.15	0.0535	0.0012	0.0006	0.0012	0.0833	0.0050
24	115	9.14	0.0524	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
25	120	9.14	0.0524	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
26	125	9.14	0.0524	0.0000				

TABLA 5.5. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado de Loche rallado, en secador de bandejas con flujo de aire a 70 °C. (Segunda corrida).

Datos	Tiempo	Peso del solido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t = (W - W_0)/W_0$	Humedad libre $X = X_t - X^*$	Media X	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	g H ₂ O/g s.s.			h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.00	4.7571	4.7035	4.3575	0.6920	0.0833	3.0050
2	5	43.99	4.0651	4.0115	3.7248	0.5734	0.0833	2.4900
3	10	39.01	3.4917	3.4381	3.1600	0.5561	0.0833	2.4150
4	15	34.18	2.9355	2.8820	2.6989	0.3661	0.0833	1.5900
5	20	31.00	2.5694	2.5158	2.2729	0.4859	0.0833	2.1100
6	25	26.78	2.0835	2.0299	1.8434	0.3731	0.0833	1.6200
7	30	23.54	1.7104	1.6569	1.4951	0.3235	0.0833	1.4050
8	35	20.73	1.3869	1.3333	1.1836	0.2994	0.0833	1.3000
9	40	18.13	1.0875	1.0340	0.9159	0.2360	0.0833	1.0250
10	45	16.08	0.8515	0.7979	0.6937	0.2084	0.0833	0.9050
11	50	14.27	0.6431	0.5895	0.5227	0.1336	0.0833	0.5800
12	55	13.11	0.5095	0.4560	0.3921	0.1278	0.0833	0.5550
13	60	12.00	0.3817	0.3282	0.2775	0.1013	0.0833	0.4400
14	65	11.12	0.2804	0.2268	0.1934	0.0668	0.0833	0.2900
15	70	10.54	0.2136	0.1600	0.1364	0.0472	0.0833	0.2050
16	75	10.13	0.1664	0.1128	0.0915	0.0426	0.0833	0.1850
17	80	9.76	0.1238	0.0702	0.0616	0.0173	0.0833	0.0750
18	85	9.61	0.1065	0.0530	0.0443	0.0173	0.0833	0.0750
19	90	9.48	0.0892	0.0357	0.0259	0.0196	0.0833	0.0850
20	95	9.29	0.0697	0.0161	0.0127	0.0069	0.0833	0.0300
21	100	9.23	0.0628	0.0092	0.0069	0.0046	0.0833	0.0200
22	105	9.19	0.0581	0.0046	0.0029	0.0035	0.0833	0.0150
23	110	9.16	0.0547	0.0012	0.0006	0.0012	0.0833	0.0050
24	115	9.15	0.0535	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
25	120	9.15	0.0535	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
26	125	9.15	0.0535	0.0000				

TABLA 5.6. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado de Loche rallado, en secador de bandejas con flujo de aire a 70 °C. (Tercera corrida).

Datos	Tiempo	Peso del solido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t = (W - W_s)/W_s$	Humedad libre $X = X_t - X^*$	Media X	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	g H ₂ O/g s.s.			h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.01	4.7571	4.7037	4.3538	0.6999	0.0833	3.0400
2	5	43.93	4.0571	4.0038	3.7195	0.5687	0.0833	2.4700
3	10	38.99	3.4885	3.4351	3.1554	0.5595	0.0833	2.4300
4	15	34.13	2.9290	2.8756	2.6817	0.3879	0.0833	1.6850
5	20	30.78	2.5410	2.4877	2.2955	0.3845	0.0833	1.6700
6	25	27.42	2.1565	2.1032	1.9075	0.3914	0.0833	1.7000
7	30	24.02	1.7651	1.7118	1.5524	0.3189	0.0833	1.3850
8	35	21.25	1.4463	1.3929	1.2300	0.3258	0.0833	1.4150
9	40	18.42	1.1205	1.0671	0.9371	0.2602	0.0833	1.1300
10	45	16.18	0.8603	0.8070	0.6861	0.2417	0.0833	1.0500
11	50	14.08	0.6186	0.5652	0.5054	0.1197	0.0833	0.5200
12	55	13.02	0.4988	0.4455	0.3931	0.1048	0.0833	0.4550
13	60	12.11	0.3941	0.3407	0.2947	0.0921	0.0833	0.4000
14	65	11.31	0.3020	0.2487	0.2061	0.0852	0.0833	0.3700
15	70	10.57	0.2168	0.1635	0.1335	0.0599	0.0833	0.2600
16	75	10.05	0.1569	0.1036	0.0817	0.0437	0.0833	0.1900
17	80	9.67	0.1132	0.0599	0.0501	0.0196	0.0833	0.0850
18	85	9.50	0.0936	0.0403	0.0334	0.0138	0.0833	0.0600
19	90	9.38	0.0798	0.0265	0.0213	0.0104	0.0833	0.0450
20	95	9.29	0.0694	0.0161	0.0132	0.0058	0.0833	0.0250
21	100	9.24	0.0637	0.0104	0.0081	0.0046	0.0833	0.0200
22	105	9.20	0.0591	0.0058	0.0040	0.0035	0.0833	0.0150
23	110	9.17	0.0556	0.0023	0.0017	0.0012	0.0833	0.0050
24	115	9.16	0.0545	0.0012	0.0006	0.0012	0.0833	0.0050
25	120	9.15	0.0533	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
26	125	9.15	0.0533	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
27	130	9.15	0.0533	0.0000	-----	-----	-----	-----

TABLA 5.7. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado de Loche rallado, en secador de bandejas con flujo de aire a 80 °C. (primera corrida).

Datos	Tiempo	Peso del solido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t = (W - W_s)/W_s$	Humedad libre $X = X_t - X^*$	Media X	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	g H ₂ O/g s.s.			h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.02	4.7571	4.7534	4.3995	0.7078	0.0833	3.0750
2	5	43.87	4.0492	4.0456	3.7648	0.5617	0.0833	2.4400
3	10	38.99	3.4876	3.4839	3.1887	0.5904	0.0833	2.5650
4	15	33.88	2.8971	2.8935	2.6403	0.5064	0.0833	2.2000
5	20	29.46	2.3907	2.3871	2.1615	0.4512	0.0833	1.9600
6	25	25.54	1.9395	1.9359	1.7230	0.4259	0.0833	1.8500
7	30	21.84	1.5137	1.5100	1.2965	0.4270	0.0833	1.8550
8	35	18.13	1.0867	1.0830	0.9185	0.3292	0.0833	1.4300
9	40	15.27	0.7575	0.7539	0.6608	0.1865	0.0833	0.8100
10	45	13.65	0.5710	0.5674	0.4915	0.1519	0.0833	0.6600
11	50	12.33	0.4191	0.4155	0.3320	0.1669	0.0833	0.7250
12	55	10.88	0.2522	0.2486	0.2089	0.0794	0.0833	0.3450
13	60	10.19	0.1728	0.1692	0.1433	0.0518	0.0833	0.2250
14	65	9.74	0.1210	0.1174	0.1007	0.0334	0.0833	0.1450
15	70	9.45	0.0876	0.0840	0.0719	0.0242	0.0833	0.1050
16	75	9.24	0.0635	0.0598	0.0495	0.0207	0.0833	0.0900
17	80	9.06	0.0428	0.0391	0.0351	0.0081	0.0833	0.0350
18	85	8.99	0.0347	0.0311	0.0276	0.0069	0.0833	0.0300
19	90	8.93	0.0278	0.0242	0.0201	0.0081	0.0833	0.0350
20	95	8.86	0.0197	0.0161	0.0138	0.0046	0.0833	0.0200
21	100	8.82	0.0151	0.0115	0.0098	0.0035	0.0833	0.0150
22	105	8.79	0.0117	0.0081	0.0069	0.0023	0.0833	0.0100
23	110	8.77	0.0094	0.0058	0.0040	0.0035	0.0833	0.0150
24	115	8.74	0.0059	0.0023	0.0017	0.0012	0.0833	0.0050
25	120	8.73	0.0048	0.0012	0.0006	0.0012	0.0833	0.0050
26	125	8.72	0.0036	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
27	130	8.72	0.0036	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
28	135	8.72	0.0036	0.0000	-----	-----	-----	-----

TABLA 5.8. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado de Loche rallado, en secador de bandejas con flujo de aire a 80 °C. (Segunda corrida).

Datos	Tiempo	Peso del sólido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t = (W - W_s)/W_s$	Humedad libre $X = X_t - X^*$	Media \bar{X}	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	g H ₂ O/g s.s.			h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.03	4.7571	4.7502	4.3894	0.7215	0.0833	3.1350
2	5	43.76	4.0356	4.0287	3.7542	0.5489	0.0833	2.3850
3	10	38.99	3.4867	3.4798	3.1783	0.6030	0.0833	2.6200
4	15	33.75	2.8837	2.8768	2.6323	0.4891	0.0833	2.1250
5	20	29.50	2.3946	2.3877	2.1518	0.4718	0.0833	2.0500
6	25	25.40	1.9228	1.9159	1.7071	0.4177	0.0833	1.8150
7	30	21.77	1.5051	1.4982	1.2859	0.4246	0.0833	1.8450
8	35	18.08	1.0805	1.0736	0.9137	0.3199	0.0833	1.3900
9	40	15.30	0.7606	0.7537	0.6628	0.1818	0.0833	0.7900
10	45	13.72	0.5788	0.5719	0.4856	0.1726	0.0833	0.7500
11	50	12.22	0.4062	0.3993	0.3291	0.1404	0.0833	0.6100
12	55	11.00	0.2658	0.2589	0.2198	0.0782	0.0833	0.3400
13	60	10.32	0.1875	0.1807	0.1507	0.0598	0.0833	0.2600
14	65	9.80	0.1277	0.1208	0.0921	0.0575	0.0833	0.2500
15	70	9.30	0.0702	0.0633	0.0518	0.0230	0.0833	0.1000
16	75	9.10	0.0472	0.0403	0.0385	0.0035	0.0833	0.0150
17	80	9.07	0.0437	0.0368	0.0328	0.0081	0.0833	0.0350
18	85	9.00	0.0356	0.0288	0.0253	0.0069	0.0833	0.0300
19	90	8.94	0.0287	0.0219	0.0190	0.0058	0.0833	0.0250
20	95	8.89	0.0230	0.0161	0.0132	0.0058	0.0833	0.0250
21	100	8.84	0.0172	0.0104	0.0081	0.0046	0.0833	0.0200
22	105	8.80	0.0126	0.0058	0.0040	0.0035	0.0833	0.0150
23	110	8.77	0.0092	0.0023	0.0017	0.0012	0.0833	0.0050
24	115	8.76	0.0080	0.0012	0.0006	0.0012	0.0833	0.0050
25	120	8.75	0.0069	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
26	125	8.75	0.0069	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
27	130	8.75	0.0069	0.0000	—	—	—	—

TABLA 5.9. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado de Loche rallado, en secador de bandejas con flujo de aire a 80 °C. (Tercera corrida).

Datos	Tiempo	Peso del sólido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t = (W - W_s)/W_s$	Humedad libre $X = X_t - X^*$	Media \bar{X}	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	g H ₂ O/g s.s.			h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.02	4.7571	4.7431	4.3799	0.7262	0.0833	3.1550
2	5	43.71	4.0308	4.0168	3.7469	0.5398	0.0833	2.3450
3	10	39.02	3.4910	3.4770	3.1709	0.6123	0.0833	2.6600
4	15	33.70	2.8787	2.8647	2.6121	0.5053	0.0833	2.1950
5	20	29.31	2.3734	2.3594	2.1264	0.4661	0.0833	2.0250
6	25	25.26	1.9073	1.8933	1.6861	0.4143	0.0833	1.8000
7	30	21.66	1.4930	1.4790	1.2724	0.4132	0.0833	1.7950
8	35	18.07	1.0798	1.0658	0.9098	0.3119	0.0833	1.3550
9	40	15.36	0.7679	0.7539	0.6618	0.1842	0.0833	0.8000
10	45	13.76	0.5837	0.5697	0.4874	0.1646	0.0833	0.7150
11	50	12.33	0.4191	0.4051	0.3297	0.1508	0.0833	0.6550
12	55	11.02	0.2683	0.2544	0.2124	0.0840	0.0833	0.3650
13	60	10.29	0.1843	0.1703	0.1393	0.0622	0.0833	0.2700
14	65	9.75	0.1222	0.1082	0.0840	0.0483	0.0833	0.2100
15	70	9.33	0.0738	0.0598	0.0478	0.0242	0.0833	0.1050
16	75	9.12	0.0497	0.0357	0.0317	0.0081	0.0833	0.0350
17	80	9.05	0.0416	0.0276	0.0247	0.0058	0.0833	0.0250
18	85	9.00	0.0359	0.0219	0.0190	0.0058	0.0833	0.0250
19	90	8.95	0.0301	0.0161	0.0138	0.0046	0.0833	0.0200
20	95	8.91	0.0255	0.0115	0.0092	0.0046	0.0833	0.0200
21	100	8.87	0.0209	0.0069	0.0052	0.0035	0.0833	0.0150
22	105	8.84	0.0174	0.0035	0.0023	0.0023	0.0833	0.0100
23	110	8.82	0.0151	0.0012	0.0006	0.0012	0.0833	0.0050
24	115	8.81	0.0140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
25	120	8.81	0.0140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
26	125	8.81	0.0140	0.0000	—	—	—	—

TABLA 5.10. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado de Loche en rodajas, en secador de bandejas con flujo de aire a 60 °C. (Primera corrida).

Datos	Tiempo	Peso del sólido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t = (W - W_s)/W_s$	Humedad libre $X = X_t - X^*$	Media \bar{X}	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	g H ₂ O/g s.s.			h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.08	4.7571	4.3868	4.1982	0.3771	0.0833	1.6400
2	5	46.80	4.3800	4.0097	3.8321	0.3552	0.0833	1.5450
3	10	43.71	4.0248	3.6545	3.4981	0.3127	0.0833	1.3600
4	15	40.99	3.7121	3.3418	3.1699	0.3437	0.0833	1.4950
5	20	38.00	3.3684	2.9981	2.8389	0.3184	0.0833	1.3850
6	25	35.23	3.0499	2.6797	2.5463	0.2667	0.0833	1.1600
7	30	32.91	2.7832	2.4129	2.2618	0.3023	0.0833	1.3150
8	35	30.28	2.4809	2.1106	1.9784	0.2644	0.0833	1.1500
9	40	27.98	2.2165	1.8462	1.7318	0.2288	0.0833	0.9950
10	45	25.99	1.9877	1.6174	1.4990	0.2368	0.0833	1.0300
11	50	23.93	1.7509	1.3806	1.3030	0.1552	0.0833	0.6750
12	55	22.58	1.5957	1.2254	1.1478	0.1552	0.0833	0.6750
13	60	21.23	1.4405	1.0703	0.9691	0.2023	0.0833	0.8800
14	65	19.47	1.2382	0.8679	0.8127	0.1104	0.0833	0.4800
15	70	18.51	1.1279	0.7576	0.6961	0.1230	0.0833	0.5350
16	75	17.44	1.0049	0.6346	0.5840	0.1012	0.0833	0.4400
17	80	16.56	0.9037	0.5334	0.4868	0.0931	0.0833	0.4050
18	85	15.75	0.8106	0.4403	0.4069	0.0667	0.0833	0.2900
19	90	15.17	0.7439	0.3736	0.3420	0.0632	0.0833	0.2750
20	95	14.62	0.6807	0.3104	0.2851	0.0506	0.0833	0.2200
21	100	14.18	0.6301	0.2598	0.2374	0.0448	0.0833	0.1950
22	105	13.79	0.5853	0.2150	0.1943	0.0414	0.0833	0.1800
23	110	13.43	0.5439	0.1736	0.1569	0.0333	0.0833	0.1450
24	115	13.14	0.5105	0.1402	0.1276	0.0253	0.0833	0.1100
25	120	12.92	0.4852	0.1150	0.1029	0.0241	0.0833	0.1050
26	125	12.71	0.4611	0.0908	0.0810	0.0195	0.0833	0.0850
27	130	12.54	0.4416	0.0713	0.0627	0.0172	0.0833	0.0750
28	135	12.39	0.4243	0.0540	0.0477	0.0126	0.0833	0.0550
29	140	12.28	0.4117	0.0414	0.0368	0.0092	0.0833	0.0400
30	145	12.20	0.4025	0.0322	0.0276	0.0092	0.0833	0.0400
31	150	12.12	0.3933	0.0230	0.0178	0.0103	0.0833	0.0450
32	155	12.03	0.3829	0.0126	0.0092	0.0069	0.0833	0.0300
33	160	11.97	0.3760	0.0057	0.0040	0.0034	0.0833	0.0150
34	165	11.94	0.3726	0.0023	0.0017	0.0011	0.0833	0.0050
35	170	11.93	0.3714	0.0011	0.0006	0.0011	0.0833	0.0050
36	175	11.92	0.3703	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
37	180	11.92	0.3703	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
38	185	11.92	0.3703	0.0000	-----	-----	-----	-----

TABLA 5.11. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado de Loche en rodajas, en secador de bandejas con flujo de aire a 60 °C. (Segunda corrida).

Datos	Tiempo	Peso del sólido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t = (W - W_s)/W_s$	Humedad libre $X = X_t - X^*$	Media \bar{X}	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	g H ₂ O/g s.s.			h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.05	4.7571	4.3618	4.1795	0.3646	0.0833	1.5850
2	5	46.88	4.3924	3.9972	3.8183	0.3577	0.0833	1.5550
3	10	43.77	4.0347	3.6394	3.4813	0.3163	0.0833	1.3750
4	15	41.02	3.7184	3.3231	3.1506	0.3451	0.0833	1.5000
5	20	38.02	3.3733	2.9780	2.8130	0.3301	0.0833	1.4350
6	25	35.15	3.0432	2.6479	2.5104	0.2749	0.0833	1.1950
7	30	32.76	2.7683	2.3730	2.2419	0.2623	0.0833	1.1400
8	35	30.48	2.5060	2.1107	1.9802	0.2611	0.0833	1.1350
9	40	28.21	2.2449	1.8496	1.7340	0.2312	0.0833	1.0050
10	45	26.20	2.0137	1.6184	1.4999	0.2370	0.0833	1.0300
11	50	24.14	1.7767	1.3815	1.2923	0.1783	0.0833	0.7750
12	55	22.59	1.5984	1.2032	1.1255	0.1553	0.0833	0.6750
13	60	21.24	1.4432	1.0479	0.9697	0.1564	0.0833	0.6800
14	65	19.88	1.2867	0.8915	0.8397	0.1035	0.0833	0.4500
15	70	18.98	1.1832	0.7879	0.7183	0.1392	0.0833	0.6050
16	75	17.77	1.0440	0.6487	0.5964	0.1047	0.0833	0.4550
17	80	16.86	0.9393	0.5441	0.4975	0.0932	0.0833	0.4050
18	85	16.05	0.8462	0.4509	0.4164	0.0690	0.0833	0.3000
19	90	15.45	0.7772	0.3819	0.3497	0.0644	0.0833	0.2800
20	95	14.89	0.7127	0.3175	0.2910	0.0529	0.0833	0.2300
21	100	14.43	0.6598	0.2646	0.2421	0.0449	0.0833	0.1950
22	105	14.04	0.6150	0.2197	0.1984	0.0426	0.0833	0.1850
23	110	13.67	0.5724	0.1771	0.1587	0.0368	0.0833	0.1600
24	115	13.35	0.5356	0.1403	0.1260	0.0288	0.0833	0.1250
25	120	13.10	0.5068	0.1116	0.0995	0.0242	0.0833	0.1050
26	125	12.89	0.4827	0.0874	0.0782	0.0184	0.0833	0.0800
27	130	12.73	0.4643	0.0690	0.0610	0.0161	0.0833	0.0700
28	135	12.59	0.4482	0.0529	0.0472	0.0115	0.0833	0.0500
29	140	12.49	0.4367	0.0414	0.0362	0.0104	0.0833	0.0450
30	145	12.40	0.4263	0.0311	0.0265	0.0092	0.0833	0.0400
31	150	12.32	0.4171	0.0219	0.0178	0.0081	0.0833	0.0350
32	155	12.25	0.4091	0.0138	0.0104	0.0069	0.0833	0.0300
33	160	12.19	0.4022	0.0069	0.0052	0.0035	0.0833	0.0150
34	165	12.16	0.3987	0.0035	0.0023	0.0023	0.0833	0.0100
35	170	12.14	0.3964	0.0012	0.0006	0.0012	0.0833	0.0050
36	175	12.13	0.3953	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
37	180	12.13	0.3953	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
38	185	12.13	0.3953	0.0000	-----	-----	-----	-----

TABLA 5.12. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado de Loche en rodajas, en secador de bandejas con flujo de aire a 60 °C. (Tercera corrida).

Datos	Tiempo	Peso del sólido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t = (W - W_s)/W_s$	Humedad libre $X = X_t - X^*$	Media \bar{X}	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	g H ₂ O/g s.s.			h	Kg H ₂ O/h·m²
1	0	50.07	4.7571	4.4118	4.2267	0.3702	0.0833	1.6100
2	5	46.85	4.3868	4.0415	3.8616	0.3599	0.0833	1.5650
3	10	43.72	4.0269	3.6817	3.5034	0.3564	0.0833	1.5500
4	15	40.62	3.6705	3.3252	3.1530	0.3444	0.0833	1.4975
5	20	37.63	3.3261	2.9809	2.8187	0.3242	0.0833	1.4100
6	25	34.81	3.0019	2.6566	2.5212	0.2708	0.0833	1.1775
7	30	32.45	2.7311	2.3858	2.2447	0.2823	0.0833	1.2275
8	35	30.00	2.4488	2.1036	1.9736	0.2599	0.0833	1.1300
9	40	27.74	2.1890	1.8437	1.7287	0.2300	0.0833	1.0000
10	45	25.74	1.9590	1.6137	1.4953	0.2369	0.0833	1.0300
11	50	23.68	1.7222	1.3769	1.2935	0.1867	0.0833	0.7250
12	55	22.23	1.5554	1.2102	1.1326	0.1552	0.0833	0.6750
13	60	20.88	1.4002	1.0549	0.9653	0.1794	0.0833	0.7800
14	65	19.32	1.2208	0.8756	0.8221	0.1069	0.0833	0.4650
15	70	18.39	1.1139	0.7686	0.7031	0.1311	0.0833	0.5700
16	75	17.25	0.9828	0.6376	0.5881	0.0989	0.0833	0.4300
17	80	16.39	0.8840	0.5387	0.4933	0.0908	0.0833	0.3950
18	85	15.60	0.7931	0.4478	0.4128	0.0701	0.0833	0.3050
19	90	14.99	0.7230	0.3777	0.3458	0.0638	0.0833	0.2775
20	95	14.43	0.6592	0.3139	0.2886	0.0506	0.0833	0.2200
21	100	13.99	0.6086	0.2633	0.2409	0.0448	0.0833	0.1950
22	105	13.60	0.5637	0.2185	0.1975	0.0420	0.0833	0.1825
23	110	13.24	0.5218	0.1765	0.1590	0.0351	0.0833	0.1525
24	115	12.93	0.4867	0.1414	0.1279	0.0270	0.0833	0.1175
25	120	12.70	0.4597	0.1144	0.1029	0.0230	0.0833	0.1000
26	125	12.50	0.4367	0.0914	0.0816	0.0195	0.0833	0.0850
27	130	12.33	0.4171	0.0719	0.0635	0.0167	0.0833	0.0725
28	135	12.18	0.4005	0.0552	0.0483	0.0138	0.0833	0.0600
29	140	12.06	0.3867	0.0414	0.0362	0.0103	0.0833	0.0450
30	145	11.97	0.3763	0.0310	0.0264	0.0092	0.0833	0.0400
31	150	11.89	0.3671	0.0218	0.0184	0.0069	0.0833	0.0300
32	155	11.83	0.3602	0.0149	0.0121	0.0057	0.0833	0.0250
33	160	11.78	0.3545	0.0092	0.0075	0.0034	0.0833	0.0150
34	165	11.75	0.3510	0.0057	0.0046	0.0023	0.0833	0.0100
35	170	11.73	0.3487	0.0034	0.0029	0.0011	0.0833	0.0050
36	175	11.72	0.3476	0.0023	0.0017	0.0011	0.0833	0.0050
37	180	11.71	0.3464	0.0011	0.0006	0.0011	0.0833	0.0050
38	185	11.70	0.3453	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
39	190	11.70	0.3453	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
40	195	11.70	0.3453	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000

TABLA 5.13. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado de Loche en rodajas, en secador de bandejas con flujo de aire a 70 °C. (Primera corrida).

Datos	Tiempo	Peso del sólido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t = (W - W_s)/W_s$	Humedad libre $X = X_t - X^*$	Media \bar{X}	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	g H ₂ O/g s.s.			h	Kg H ₂ O/h·m²
1	0	50.03	4.7571	4.4234	4.2162	0.4143	0.0833	1.8000
2	5	46.43	4.3428	4.0091	3.7243	0.5696	0.0833	2.4750
3	10	41.48	3.7732	3.4395	3.2283	0.4223	0.0833	1.8350
4	15	37.81	3.3509	3.0172	2.8302	0.3740	0.0833	1.6250
5	20	34.56	2.9769	2.6432	2.4637	0.3590	0.0833	1.5600
6	25	31.44	2.6179	2.2842	2.1052	0.3579	0.0833	1.5550
7	30	28.33	2.2600	1.9263	1.7698	0.3130	0.0833	1.3600
8	35	25.61	1.9470	1.6133	1.4977	0.2313	0.0833	1.0050
9	40	23.60	1.7157	1.3820	1.2698	0.2244	0.0833	0.9750
10	45	21.65	1.4913	1.1576	1.0408	0.2336	0.0833	1.0150
11	50	19.62	1.2577	0.9240	0.8325	0.1830	0.0833	0.7950
12	55	18.03	1.0747	0.7411	0.6605	0.1611	0.0833	0.7000
13	60	16.63	0.9136	0.5800	0.5201	0.1197	0.0833	0.5200
14	65	15.59	0.7940	0.4603	0.4005	0.1197	0.0833	0.5200
15	70	14.55	0.6743	0.3406	0.2934	0.0944	0.0833	0.4100
16	75	13.73	0.5799	0.2463	0.2146	0.0633	0.0833	0.2750
17	80	13.18	0.5166	0.1830	0.1611	0.0437	0.0833	0.1900
18	85	12.80	0.4729	0.1392	0.1220	0.0345	0.0833	0.1500
19	90	12.50	0.4384	0.1047	0.0921	0.0253	0.0833	0.1100
20	95	12.28	0.4131	0.0794	0.0702	0.0184	0.0833	0.0800
21	100	12.12	0.3947	0.0610	0.0541	0.0138	0.0833	0.0600
22	105	12.00	0.3809	0.0472	0.0432	0.0081	0.0833	0.0350
23	110	11.93	0.3728	0.0391	0.0351	0.0081	0.0833	0.0350
24	115	11.86	0.3648	0.0311	0.0270	0.0081	0.0833	0.0350
25	120	11.79	0.3567	0.0230	0.0196	0.0069	0.0833	0.0300
26	125	11.73	0.3498	0.0161	0.0127	0.0069	0.0833	0.0300
27	130	11.67	0.3429	0.0092	0.0063	0.0058	0.0833	0.0250
28	135	11.62	0.3371	0.0035	0.0017	0.0035	0.0833	0.0150
29	140	11.59	0.3337	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
30	145	11.59	0.3337	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
31	150	11.59	0.3337	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000

TABLA 5.14. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado de Loche en rodajas, en secador de bandejas con flujo de aire a 70 °C. (Segunda corrida).

Datos	Tiempo	Peso del sólido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t = (W - W_s)/W_s$	Humedad libre $X = X_t - X^*$	Media X	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	g H ₂ O/g s.s.			h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.03	4.7571	4.4314	4.2122	0.4384	0.0833	1.9050
2	5	46.22	4.3186	3.9930	3.7082	0.5696	0.0833	2.4750
3	10	41.27	3.7490	3.4234	3.2122	0.4223	0.0833	1.8350
4	15	37.60	3.3267	3.0011	2.8141	0.3740	0.0833	1.6250
5	20	34.35	2.9527	2.6271	2.4476	0.3590	0.0833	1.5600
6	25	31.23	2.5937	2.2681	2.0891	0.3579	0.0833	1.5550
7	30	28.12	2.2358	1.9102	1.7537	0.3130	0.0833	1.3600
8	35	25.40	1.9228	1.5972	1.4816	0.2313	0.0833	1.0050
9	40	23.39	1.6915	1.3659	1.2537	0.2244	0.0833	0.9750
10	45	21.44	1.4671	1.1415	1.0247	0.2336	0.0833	1.0150
11	50	19.41	1.2335	0.9079	0.8164	0.1830	0.0833	0.7950
12	55	17.82	1.0506	0.7250	0.6444	0.1611	0.0833	0.7000
13	60	16.42	0.8895	0.5639	0.5040	0.1197	0.0833	0.5200
14	65	15.38	0.7698	0.4442	0.3843	0.1197	0.0833	0.5200
15	70	14.34	0.6501	0.3245	0.2773	0.0944	0.0833	0.4100
16	75	13.52	0.5558	0.2301	0.1985	0.0633	0.0833	0.2750
17	80	12.97	0.4925	0.1669	0.1450	0.0437	0.0833	0.1900
18	85	12.59	0.4488	0.1231	0.1059	0.0345	0.0833	0.1500
19	90	12.29	0.4142	0.0886	0.0759	0.0253	0.0833	0.1100
20	95	12.07	0.3889	0.0633	0.0547	0.0173	0.0833	0.0750
21	100	11.92	0.3717	0.0460	0.0403	0.0115	0.0833	0.0500
22	105	11.82	0.3602	0.0345	0.0305	0.0081	0.0833	0.0350
23	110	11.75	0.3521	0.0265	0.0230	0.0069	0.0833	0.0300
24	115	11.69	0.3452	0.0196	0.0161	0.0069	0.0833	0.0300
25	120	11.63	0.3383	0.0127	0.0098	0.0058	0.0833	0.0250
26	125	11.58	0.3325	0.0069	0.0046	0.0046	0.0833	0.0200
27	130	11.54	0.3279	0.0023	0.0012	0.0023	0.0833	0.0100
28	135	11.52	0.3256	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
29	140	11.52	0.3256	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
30	145	11.52	0.3256	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000

TABLA 5.15. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado de Loche en rodajas, en secador de bandejas con flujo de aire a 70 °C. (Tercera corrida).

Datos	Tiempo	Peso del sólido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t = (W - W_s)/W_s$	Humedad libre $X = X_t - X^*$	Media X	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	g H ₂ O/g s.s.			h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.00	4.7571	4.4157	4.2073	0.4168	0.0833	1.8100
2	5	46.38	4.3402	3.9988	3.7098	0.5780	0.0833	2.5100
3	10	41.38	3.7622	3.4208	3.2078	0.4260	0.0833	1.8500
4	15	37.66	3.3362	2.9948	2.8031	0.3834	0.0833	1.6650
5	20	34.33	2.9528	2.6114	2.4295	0.3638	0.0833	1.5800
6	25	31.17	2.5889	2.2476	2.0697	0.3558	0.0833	1.5450
7	30	28.08	2.2332	1.8918	1.7352	0.3132	0.0833	1.3600
8	35	25.38	1.9200	1.5786	1.4640	0.2291	0.0833	0.9950
9	40	23.37	1.6908	1.3495	1.2389	0.2211	0.0833	0.9600
10	45	21.45	1.4698	1.1284	1.0121	0.2326	0.0833	1.0100
11	50	19.43	1.2372	0.8958	0.8025	0.1865	0.0833	0.8100
12	55	17.81	1.0507	0.7093	0.6298	0.1589	0.0833	0.6900
13	60	16.43	0.8918	0.5504	0.4905	0.1197	0.0833	0.5200
14	65	15.39	0.7720	0.4306	0.3771	0.1071	0.0833	0.4650
15	70	14.48	0.6649	0.3235	0.2769	0.0933	0.0833	0.4050
16	75	13.65	0.5717	0.2303	0.2015	0.0576	0.0833	0.2500
17	80	13.15	0.5141	0.1727	0.1520	0.0415	0.0833	0.1800
18	85	12.79	0.4727	0.1313	0.1140	0.0345	0.0833	0.1500
19	90	12.49	0.4381	0.0967	0.0835	0.0265	0.0833	0.1150
20	95	12.28	0.4116	0.0702	0.0610	0.0184	0.0833	0.0800
21	100	12.10	0.3932	0.0518	0.0443	0.0150	0.0833	0.0650
22	105	11.97	0.3782	0.0368	0.0317	0.0104	0.0833	0.0450
23	110	11.88	0.3679	0.0265	0.0225	0.0081	0.0833	0.0350
24	115	11.81	0.3598	0.0184	0.0150	0.0069	0.0833	0.0300
25	120	11.75	0.3529	0.0115	0.0092	0.0046	0.0833	0.0200
26	125	11.71	0.3483	0.0069	0.0052	0.0035	0.0833	0.0150
27	130	11.68	0.3448	0.0035	0.0023	0.0023	0.0833	0.0100
28	135	11.68	0.3425	0.0012	0.0006	0.0012	0.0833	0.0050
29	140	11.65	0.3414	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
30	145	11.65	0.3414	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
31	150	11.65	0.3414	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000

TABLA 5.16. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado de Loche en rodajas, en secador de bandejas con flujo de aire a 80 °C. (Primera corrida).

Datos	Tiempo	Peso del sólido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t=(W-W_s)/W_s$	Humedad libre $X=X_t - X^*$	Media X	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	gH ₂ O/gs.s.			h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.02	4.7571	4.7557	4.3397	0.8321	0.0833	3.6150
2	5	42.79	3.9249	3.9236	3.6025	0.6422	0.0833	2.7900
3	10	37.21	3.2827	3.2814	2.9988	0.5651	0.0833	2.4550
4	15	32.30	2.7176	2.7162	2.4095	0.6135	0.0833	2.6650
5	20	26.97	2.1041	2.1028	1.8553	0.4949	0.0833	2.1500
6	25	22.67	1.6092	1.6079	1.3950	0.4259	0.0833	1.8500
7	30	18.97	1.1834	1.1820	1.0140	0.3361	0.0833	1.4600
8	35	16.05	0.8473	0.8459	0.6923	0.3073	0.0833	1.3350
9	40	13.38	0.5400	0.5386	0.4092	0.2590	0.0833	1.1250
10	45	11.13	0.2810	0.2797	0.1928	0.1738	0.0833	0.7550
11	50	9.62	0.1072	0.1059	0.0875	0.0368	0.0833	0.1600
12	55	9.30	0.0704	0.0691	0.0587	0.0207	0.0833	0.0900
13	60	9.12	0.0497	0.0483	0.0351	0.0265	0.0833	0.1150
14	65	8.89	0.0232	0.0219	0.0132	0.0173	0.0833	0.0750
15	70	8.74	0.0059	0.0046	0.0035	0.0023	0.0833	0.0100
16	75	8.72	0.0036	0.0023	0.0017	0.0012	0.0833	0.0050
17	80	8.71	0.0025	0.0012	0.0006	0.0012	0.0833	0.0050
18	85	8.70	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
19	90	8.70	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
20	95	8.70	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000

TABLA 5.17. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado de Loche en rodajas, en secador de bandejas con flujo de aire a 80 °C. (Segunda corrida).

Datos	Tiempo	Peso del sólido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t=(W-W_s)/W_s$	Humedad libre $X=X_t - X^*$	Media X	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	gH ₂ O/gs.s.			h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.02	4.7571	4.7523	4.3385	0.8275	0.0833	3.5950
2	5	42.83	3.9295	3.9247	3.6094	0.6307	0.0833	2.7400
3	10	37.35	3.2988	3.2940	3.0057	0.5766	0.0833	2.5050
4	15	32.34	2.7222	2.7174	2.4176	0.5996	0.0833	2.6050
5	20	27.13	2.1225	2.1177	1.8628	0.5099	0.0833	2.2150
6	25	22.70	1.6127	1.6079	1.4001	0.4155	0.0833	1.8050
7	30	19.09	1.1972	1.1924	1.0192	0.3464	0.0833	1.5050
8	35	16.08	0.8507	0.8459	0.6969	0.2981	0.0833	1.2950
9	40	13.49	0.5526	0.5479	0.4149	0.2659	0.0833	1.1550
10	45	11.18	0.2868	0.2820	0.2003	0.1634	0.0833	0.7100
11	50	9.76	0.1233	0.1185	0.1013	0.0345	0.0833	0.1500
12	55	9.46	0.0888	0.0840	0.0742	0.0196	0.0833	0.0850
13	60	9.29	0.0692	0.0645	0.0506	0.0276	0.0833	0.1200
14	65	9.05	0.0416	0.0368	0.0265	0.0207	0.0833	0.0900
15	70	8.87	0.0209	0.0161	0.0121	0.0081	0.0833	0.0350
16	75	8.80	0.0128	0.0081	0.0058	0.0046	0.0833	0.0200
17	80	8.76	0.0082	0.0035	0.0023	0.0023	0.0833	0.0100
18	85	8.74	0.0059	0.0012	0.0006	0.0012	0.0833	0.0050
19	90	8.73	0.0048	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
20	95	8.73	0.0048	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
21	100	8.73	0.0048	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000

TABLA 5.18. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado del Loche en rodajas, en secador de bandejas con flujo de aire a 80 °C. (tercera corrida).

Datos	Tiempo	Peso del sólido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t = (W - W_s)/W_s$	Humedad libre $X = X_t - X^*$	Media X	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	g H ₂ O/g s.s.			h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.00	4.7571	4.7507	4.3725	0.7565	0.0833	3.2850
2	5	43.43	4.0006	3.9942	3.6753	0.6379	0.0833	2.7700
3	10	37.89	3.3627	3.3564	3.0679	0.5769	0.0833	2.5050
4	15	32.88	2.7858	2.7795	2.4790	0.6010	0.0833	2.6100
5	20	27.68	2.1848	2.1785	1.9165	0.5239	0.0833	2.2750
6	25	23.11	1.6609	1.6546	1.4416	0.4260	0.0833	1.8500
7	30	19.41	1.2349	1.2286	1.0547	0.3477	0.0833	1.5100
8	35	16.39	0.8872	0.8808	0.7271	0.3074	0.0833	1.3350
9	40	13.72	0.5797	0.5734	0.4398	0.2671	0.0833	1.1600
10	45	11.40	0.3126	0.3063	0.2130	0.1865	0.0833	0.8100
11	50	9.78	0.1261	0.1197	0.1013	0.0368	0.0833	0.1600
12	55	9.46	0.0892	0.0829	0.0697	0.0265	0.0833	0.1150
13	60	9.23	0.0628	0.0564	0.0455	0.0219	0.0833	0.0950
14	65	9.04	0.0409	0.0345	0.0253	0.0184	0.0833	0.0800
15	70	8.88	0.0225	0.0161	0.0127	0.0069	0.0833	0.0300
16	75	8.82	0.0155	0.0092	0.0069	0.0046	0.0833	0.0200
17	80	8.78	0.0109	0.0046	0.0035	0.0023	0.0833	0.0100
18	85	8.76	0.0086	0.0023	0.0017	0.0012	0.0833	0.0050
19	90	8.75	0.0075	0.0012	0.0006	0.0012	0.0833	0.0050
20	95	8.74	0.0063	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
21	100	8.74	0.0063	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
22	105	8.74	0.0063	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000

TABLA 5.19. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado del Loche en triturado, en secador de bandejas con flujo de aire a 60 °C. (primera corrida).

Datos	Tiempo	Peso del sólido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t = (W - W_s)/W_s$	Humedad libre $X = X_t - X^*$	Media X	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	g H ₂ O/g s.s.			h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.00	4.7548	4.7108	4.6147	0.1922	0.0833	0.8350
2	5	48.33	4.5625	4.5186	4.3356	0.3660	0.0833	1.5900
3	10	45.15	4.1965	4.1526	3.9886	0.3280	0.0833	1.4250
4	15	42.30	3.8685	3.8246	3.6664	0.3165	0.0833	1.3750
5	20	39.55	3.5520	3.5081	3.3320	0.3522	0.0833	1.5300
6	25	36.49	3.1998	3.1559	2.9913	0.3292	0.0833	1.4300
7	30	33.63	2.8706	2.8267	2.6535	0.3464	0.0833	1.5050
8	35	30.62	2.5242	2.4803	2.3169	0.3269	0.0833	1.4200
9	40	27.78	2.1973	2.1534	1.9975	0.3119	0.0833	1.3550
10	45	25.07	1.8854	1.8415	1.6833	0.3165	0.0833	1.3750
11	50	22.32	1.5689	1.5250	1.4168	0.2164	0.0833	0.9400
12	55	20.44	1.3525	1.3086	1.1360	0.3453	0.0833	1.5000
13	60	17.44	1.0073	0.9633	0.9058	0.1151	0.0833	0.5000
14	65	16.44	0.8922	0.8483	0.7809	0.1347	0.0833	0.5850
15	70	15.27	0.7575	0.7136	0.6244	0.1784	0.0833	0.7750
16	75	13.72	0.5791	0.5352	0.4684	0.1335	0.0833	0.5800
17	80	12.56	0.4456	0.4017	0.3758	0.0518	0.0833	0.2250
18	85	12.11	0.3938	0.3499	0.2877	0.1243	0.0833	0.5400
19	90	11.03	0.2695	0.2256	0.1853	0.0806	0.0833	0.3500
20	95	10.33	0.1889	0.1450	0.1214	0.0472	0.0833	0.2050
21	100	9.92	0.1417	0.0978	0.0811	0.0334	0.0833	0.1450
22	105	9.63	0.1084	0.0645	0.0535	0.0219	0.0833	0.0950
23	110	9.44	0.0865	0.0426	0.0357	0.0138	0.0833	0.0600
24	115	9.32	0.0727	0.0288	0.0247	0.0081	0.0833	0.0350
25	120	9.25	0.0646	0.0207	0.0178	0.0058	0.0833	0.0250
26	125	9.20	0.0589	0.0150	0.0127	0.0046	0.0833	0.0200
27	130	9.16	0.0543	0.0104	0.0081	0.0046	0.0833	0.0200
28	135	9.12	0.0497	0.0058	0.0040	0.0035	0.0833	0.0150
29	140	9.09	0.0462	0.0023	0.0012	0.0023	0.0833	0.0100
30	145	9.07	0.0439	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
31	150	9.07	0.0439	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
32	155	9.07	0.0439	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000

TABLA 5.20. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado de Loche en papilla, en secador de bandejas con flujo de aire a 60 °C. (Segunda corrida).

Datos	Tiempo	Peso del sólido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t = (W - W_s)/W_s$	Humedad libre $X = X_t - X^*$	Media X	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	g H ₂ O/g s.s.			h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.02	4.7571	4.7237	4.5522	0.3430	0.0833	1.4900
2	5	47.04	4.4141	4.3807	4.1977	0.3660	0.0833	1.5900
3	10	43.88	4.0481	4.0147	3.8479	0.3338	0.0833	1.4500
4	15	40.96	3.7143	3.6810	3.5250	0.3119	0.0833	1.3550
5	20	38.25	3.4024	3.3691	3.2154	0.3073	0.0833	1.3350
6	25	35.58	3.0951	3.0618	2.8937	0.3361	0.0833	1.4600
7	30	32.66	2.7590	2.7257	2.5599	0.3315	0.0833	1.4400
8	35	29.78	2.4275	2.3942	2.2308	0.3269	0.0833	1.4200
9	40	26.94	2.1007	2.0673	1.9114	0.3119	0.0833	1.3550
10	45	24.23	1.7888	1.7554	1.5972	0.3165	0.0833	1.3750
11	50	21.48	1.4722	1.4389	1.3307	0.2164	0.0833	0.9400
12	55	19.60	1.2559	1.2225	1.1316	0.1819	0.0833	0.7900
13	60	18.02	1.0740	1.0407	0.9705	0.1404	0.0833	0.6100
14	65	16.80	0.9336	0.9003	0.8422	0.1162	0.0833	0.5050
15	70	15.79	0.8174	0.7840	0.6948	0.1784	0.0833	0.7750
16	75	14.24	0.6390	0.6056	0.5389	0.1335	0.0833	0.5800
17	80	13.08	0.5054	0.4721	0.4151	0.1139	0.0833	0.4950
18	85	12.09	0.3915	0.3582	0.3081	0.1001	0.0833	0.4350
19	90	11.22	0.2914	0.2580	0.2149	0.0863	0.0833	0.3750
20	95	10.47	0.2050	0.1717	0.1401	0.0633	0.0833	0.2750
21	100	9.92	0.1417	0.1084	0.0894	0.0380	0.0833	0.1650
22	105	9.59	0.1038	0.0704	0.0584	0.0242	0.0833	0.1050
23	110	9.38	0.0796	0.0463	0.0376	0.0173	0.0833	0.0750
24	115	9.23	0.0623	0.0290	0.0226	0.0129	0.0833	0.0560
25	120	9.12	0.0494	0.0161	0.0121	0.0081	0.0833	0.0350
26	125	9.05	0.0414	0.0081	0.0058	0.0046	0.0833	0.0200
27	130	9.01	0.0368	0.0035	0.0023	0.0023	0.0833	0.0100
28	135	8.99	0.0345	0.0012	0.0006	0.0012	0.0833	0.0050
29	140	8.98	0.0333	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
30	145	8.98	0.0333	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
31	150	8.98	0.0333	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000

TABLA 5.21. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado de Loche en papilla, en secador de bandejas con flujo de aire a 60 °C. (Tercera corrida).

Datos	Tiempo	Peso del sólido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t = (W - W_s)/W_s$	Humedad libre $X = X_t - X^*$	Media X	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	g H ₂ O/g s.s.			h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.04	4.7571	4.7113	4.5945	0.2335	0.0833	1.0150
2	5	48.01	4.5235	4.4777	4.2977	0.3601	0.0833	1.5650
3	10	44.88	4.1634	4.1176	3.9519	0.3313	0.0833	1.4400
4	15	42.00	3.8321	3.7863	3.6258	0.3210	0.0833	1.3950
5	20	39.21	3.5111	3.4653	3.2904	0.3497	0.0833	1.5200
6	25	36.17	3.1613	3.1155	2.9516	0.3279	0.0833	1.4250
7	30	33.32	2.8334	2.7876	2.6197	0.3359	0.0833	1.4600
8	35	30.40	2.4975	2.4517	2.2889	0.3256	0.0833	1.4150
9	40	27.57	2.1719	2.1261	1.9668	0.3187	0.0833	1.3850
10	45	24.80	1.8532	1.8074	1.6550	0.3049	0.0833	1.3250
11	50	22.15	1.5483	1.5025	1.3939	0.2172	0.0833	0.9440
12	55	20.28	1.3311	1.2853	1.1910	0.1887	0.0833	0.8200
13	60	18.62	1.1424	1.0966	1.0178	0.1576	0.0833	0.6850
14	65	17.25	0.9848	0.9390	0.8689	0.1404	0.0833	0.6100
15	70	16.03	0.8445	0.7987	0.7371	0.1231	0.0833	0.5350
16	75	14.98	0.7214	0.6756	0.6085	0.1381	0.0833	0.6000
17	80	13.78	0.5833	0.5375	0.4794	0.1162	0.0833	0.5050
18	85	12.75	0.4671	0.4213	0.3701	0.1024	0.0833	0.4450
19	90	11.86	0.3647	0.3189	0.2729	0.0920	0.0833	0.4000
20	95	11.08	0.2727	0.2269	0.1918	0.0702	0.0833	0.3050
21	100	10.45	0.2025	0.1567	0.1343	0.0449	0.0833	0.1950
22	105	10.06	0.1576	0.1118	0.0962	0.0313	0.0833	0.1360
23	110	9.79	0.1263	0.0805	0.0696	0.0219	0.0833	0.0950
24	115	9.60	0.1045	0.0587	0.0495	0.0184	0.0833	0.0800
25	120	9.44	0.0861	0.0403	0.0328	0.0150	0.0833	0.0650
26	125	9.31	0.0711	0.0253	0.0201	0.0104	0.0833	0.0450
27	130	9.22	0.0608	0.0150	0.0115	0.0069	0.0833	0.0300
28	135	9.16	0.0539	0.0081	0.0058	0.0046	0.0833	0.0200
29	140	9.12	0.0493	0.0035	0.0023	0.0023	0.0833	0.0100
30	145	9.10	0.0470	0.0012	0.0006	0.0012	0.0833	0.0050
31	150	9.09	0.0458	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
32	155	9.09	0.0458	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
33	160	9.09	0.0458	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000

TABLA 5.22. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado del Loche en triturado, en secador de bandejas con flujo de aire a 70 °C. (Primera corrida).

Datos	Tiempo	Peso del sólido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t = (W - W_s)/W_s$	Humedad libre $X = X_t - X^*$	Media \bar{X}	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	g H ₂ O/g s.s.			h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.00	4.7571	4.7519	4.5556	0.3926	0.0833	1.7050
2	5	46.59	4.3644	4.3592	4.1123	0.4940	0.0833	2.1450
3	10	42.30	3.8705	3.8653	3.6051	0.5204	0.0833	2.2600
4	15	37.78	3.3500	3.3448	3.0852	0.5193	0.0833	2.2550
5	20	33.27	2.8307	2.8256	2.6200	0.4111	0.0833	1.7850
6	25	29.70	2.4197	2.4145	2.1877	0.4537	0.0833	1.9700
7	30	25.76	1.9660	1.9609	1.7432	0.4352	0.0833	1.8900
8	35	21.98	1.5308	1.5256	1.3374	0.3765	0.0833	1.6350
9	40	18.71	1.1543	1.1491	0.9873	0.3235	0.0833	1.4050
10	45	15.90	0.8307	0.8256	0.6931	0.2648	0.0833	1.1500
11	50	13.60	0.5659	0.5607	0.4577	0.2061	0.0833	0.8950
12	55	11.81	0.3598	0.3546	0.2982	0.1128	0.0833	0.4900
13	60	10.83	0.2470	0.2418	0.1934	0.0967	0.0833	0.4200
14	65	9.99	0.1503	0.1451	0.1186	0.0530	0.0833	0.2300
15	70	9.53	0.0973	0.0921	0.0748	0.0345	0.0833	0.1500
16	75	9.23	0.0628	0.0576	0.0472	0.0207	0.0833	0.0900
17	80	9.05	0.0420	0.0368	0.0305	0.0127	0.0833	0.0550
18	85	8.94	0.0294	0.0242	0.0207	0.0069	0.0833	0.0300
19	90	8.88	0.0225	0.0173	0.0150	0.0046	0.0833	0.0200
20	95	8.84	0.0178	0.0127	0.0109	0.0035	0.0833	0.0150
21	100	8.81	0.0144	0.0092	0.0081	0.0023	0.0833	0.0100
22	105	8.79	0.0121	0.0069	0.0052	0.0035	0.0833	0.0150
23	110	8.76	0.0086	0.0035	0.0023	0.0023	0.0833	0.0100
24	115	8.74	0.0063	0.0012	0.0006	0.0012	0.0833	0.0050
25	120	8.73	0.0052	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
26	125	8.73	0.0052	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
27	130	8.73	0.0052	0.0000	-----	-----	-----	-----

TABLA 5.23. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado de Loche en triturado, en secador de bandejas con flujo de aire a 70 °C. (Segunda corrida).

Datos	Tiempo	Peso del sólido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t = (W - W_s)/W_s$	Humedad libre $X = X_t - X^*$	Media \bar{X}	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	g H ₂ O/g s.s.			h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.05	4.7571	4.7448	4.5527	0.3842	0.0833	1.6700
2	5	46.71	4.3729	4.3606	4.1018	0.5176	0.0833	2.2500
3	10	42.21	3.8552	3.8430	3.5894	0.5073	0.0833	2.2050
4	15	37.80	3.3480	3.3358	3.0677	0.5360	0.0833	2.3300
5	20	33.14	2.8120	2.7997	2.6197	0.3600	0.0833	1.5650
6	25	30.01	2.4519	2.4397	2.1993	0.4808	0.0833	2.0900
7	30	25.83	1.9711	1.9589	1.7415	0.4348	0.0833	1.8900
8	35	22.05	1.5363	1.5241	1.3234	0.4014	0.0833	1.7450
9	40	18.56	1.1349	1.1227	0.9869	0.2715	0.0833	1.1800
10	45	16.20	0.8634	0.8512	0.7097	0.2830	0.0833	1.2300
11	50	13.74	0.5805	0.5682	0.4463	0.2439	0.0833	1.0600
12	55	11.62	0.3366	0.3244	0.2835	0.0817	0.0833	0.3550
13	60	10.91	0.2549	0.2427	0.1932	0.0989	0.0833	0.4300
14	65	10.05	0.1560	0.1438	0.1185	0.0506	0.0833	0.2200
15	70	9.61	0.1054	0.0932	0.0909	0.0046	0.0833	0.0200
16	75	9.57	0.1008	0.0886	0.0890	0.0391	0.0833	0.1700
17	80	9.23	0.0617	0.0495	0.0403	0.0184	0.0833	0.0800
18	85	9.07	0.0433	0.0311	0.0265	0.0092	0.0833	0.0400
19	90	8.99	0.0341	0.0219	0.0161	0.0115	0.0833	0.0500
20	95	8.89	0.0226	0.0104	0.0098	0.0012	0.0833	0.0050
21	100	8.88	0.0214	0.0092	0.0069	0.0046	0.0833	0.0200
22	105	8.84	0.0168	0.0046	0.0035	0.0023	0.0833	0.0100
23	110	8.82	0.0145	0.0023	0.0017	0.0012	0.0833	0.0050
24	115	8.81	0.0134	0.0012	0.0006	0.0012	0.0833	0.0050
25	120	8.80	0.0122	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
26	125	8.80	0.0122	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
27	130	8.80	0.0122	0.0000	-----	-----	-----	-----

TABLA 5.24. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado de Loche en triturado, en secador de bandejas con flujo de aire a 70 °C. (Tercera corrida).

Datos	Tiempo	Peso del sólido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t = (W - W_s)/W_s$	Humedad libre $X = X_t - X^*$	Media X	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	g H ₂ O/g s.s.			h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.05	4.7571	4.7448	4.5372	0.4152	0.0833	1.8050
2	5	46.44	4.3418	4.3296	4.0851	0.4889	0.0833	2.1250
3	10	42.19	3.8529	3.8407	3.5756	0.5303	0.0833	2.3050
4	15	37.58	3.3227	3.3104	3.0545	0.5119	0.0833	2.2250
5	20	33.13	2.8108	2.7986	2.5737	0.4498	0.0833	1.9550
6	25	29.22	2.3611	2.3488	2.1332	0.4313	0.0833	1.8750
7	30	25.47	1.9297	1.9175	1.7064	0.4221	0.0833	1.8350
8	35	21.80	1.5076	1.4953	1.3119	0.3669	0.0833	1.5950
9	40	18.61	1.1408	1.1284	0.9685	0.3198	0.0833	1.3900
10	45	15.83	0.8209	0.8086	0.6769	0.2634	0.0833	1.1450
11	50	13.54	0.5575	0.5452	0.4417	0.2070	0.0833	0.9000
12	55	11.74	0.3504	0.3382	0.2858	0.1047	0.0833	0.4550
13	60	10.83	0.2457	0.2335	0.1863	0.0943	0.0833	0.4100
14	65	10.01	0.1514	0.1392	0.1150	0.0483	0.0833	0.2100
15	70	9.59	0.1031	0.0909	0.0753	0.0311	0.0833	0.1350
16	75	9.32	0.0720	0.0598	0.0506	0.0184	0.0833	0.0800
17	80	9.16	0.0536	0.0414	0.0357	0.0115	0.0833	0.0500
18	85	9.08	0.0421	0.0299	0.0259	0.0081	0.0833	0.0350
19	90	8.99	0.0341	0.0219	0.0190	0.0058	0.0833	0.0250
20	95	8.94	0.0283	0.0161	0.0138	0.0046	0.0833	0.0200
21	100	8.90	0.0237	0.0115	0.0098	0.0035	0.0833	0.0150
22	105	8.87	0.0203	0.0081	0.0063	0.0035	0.0833	0.0150
23	110	8.84	0.0168	0.0046	0.0035	0.0023	0.0833	0.0100
24	115	8.82	0.0145	0.0023	0.0017	0.0012	0.0833	0.0050
25	120	8.81	0.0134	0.0012	0.0006	0.0012	0.0833	0.0050
26	125	8.80	0.0122	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
27	130	8.80	0.0122	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
28	135	8.80	0.0122	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000

TABLA 5.25. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado de Loche en triturado, en secador de bandejas con flujo de aire a 80 °C. (primera corrida).

Datos	Tiempo	Peso del sólido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t = (W - W_s)/W_s$	Humedad libre $X = X_t - X^*$	Media X	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	g H ₂ O/g s.s.			h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.00	4.7571	4.7542	4.4824	0.5435	0.0833	2.3600
2	5	45.28	4.2136	4.2107	3.8946	0.6321	0.0833	2.7450
3	10	39.79	3.5815	3.5786	3.2504	0.6563	0.0833	2.8500
4	15	34.09	2.9252	2.9223	2.6815	0.5216	0.0833	2.2650
5	20	29.58	2.4036	2.4007	2.1077	0.5861	0.0833	2.5450
6	25	24.47	1.8175	1.8146	1.5774	0.4744	0.0833	2.0600
7	30	20.35	1.3431	1.3402	1.0874	0.5458	0.0833	2.3700
8	35	15.61	0.7974	0.7945	0.6419	0.3051	0.0833	1.3250
9	40	12.98	0.4922	0.4893	0.3955	0.1877	0.0833	0.8150
10	45	11.33	0.3045	0.3017	0.2260	0.1474	0.0833	0.6400
11	50	10.05	0.1572	0.1543	0.1151	0.0783	0.0833	0.3400
12	55	9.37	0.0789	0.0760	0.0547	0.0426	0.0833	0.1850
13	60	9.00	0.0363	0.0334	0.0265	0.0138	0.0833	0.0600
14	65	8.88	0.0225	0.0196	0.0138	0.0115	0.0833	0.0500
15	70	8.78	0.0109	0.0081	0.0046	0.0069	0.0833	0.0300
16	75	8.72	0.0040	0.0012	0.0006	0.0012	0.0833	0.0050
17	80	8.71	0.0029	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
18	85	8.71	0.0029	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
19	90	8.71	0.0029	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000

TABLA 5.26. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado de Loche en triturado, en secador de bandejas con flujo de aire a 80 °C. (Segunda corrida).

Datos	Tiempo	Peso del sólido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t = (W - W_s)/W_s$	Humedad libre $X = X_t - X^*$	Media \bar{X}	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	g H ₂ O/g s.s.			h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.00	4.7571	4.7519	4.4491	0.6056	0.0833	2.6300
2	5	44.74	4.1514	4.1462	3.8307	0.6310	0.0833	2.7400
3	10	39.28	3.5204	3.5153	3.2170	0.5964	0.0833	2.5900
4	15	34.08	2.9240	2.9188	2.6284	0.5809	0.0833	2.5225
5	20	29.04	2.3431	2.3379	2.0475	0.5809	0.0833	2.5225
6	25	23.99	1.7622	1.7571	1.5268	0.4606	0.0833	2.0000
7	30	19.99	1.3017	1.2965	1.0720	0.4491	0.0833	1.9500
8	35	16.09	0.8526	0.8474	0.6868	0.3212	0.0833	1.3950
9	40	13.30	0.5314	0.5262	0.3886	0.2752	0.0833	1.1950
10	45	10.91	0.2562	0.2510	0.1842	0.1336	0.0833	0.5800
11	50	9.75	0.1226	0.1174	0.0771	0.0806	0.0833	0.3500
12	55	9.05	0.0420	0.0368	0.0230	0.0276	0.0833	0.1200
13	60	8.81	0.0144	0.0092	0.0081	0.0023	0.0833	0.0100
14	65	8.79	0.0121	0.0069	0.0058	0.0023	0.0833	0.0100
15	70	8.77	0.0098	0.0046	0.0029	0.0035	0.0833	0.0150
16	75	8.74	0.0063	0.0012	0.0006	0.0012	0.0833	0.0050
17	80	8.73	0.0052	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
18	85	8.73	0.0052	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
19	90	8.73	0.0052	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000

TABLA 5.27. Tratamiento de los datos experimentales de la operación de secado de Loche en triturado, en secador de bandejas con flujo de aire a 80 °C. (Tercera corrida).

Datos	Tiempo	Peso del sólido (W)	Humedad sólido en base seca $X_t = (W - W_s)/W_s$	Humedad libre $X = X_t - X^*$	Media \bar{X}	ΔX	Δt	Velocidad de secado (R)
Nº	min	g	g H ₂ O/g s.s.	g H ₂ O/g s.s.			h	Kg H ₂ O/h·m ²
1	0	50.10	4.7571	4.7522	4.4396	0.6251	0.0833	2.7200
2	5	44.66	4.1319	4.1270	3.8070	0.6401	0.0833	2.7850
3	10	39.09	3.4919	3.4870	3.1988	0.5763	0.0833	2.5075
4	15	34.08	2.9156	2.9107	2.6234	0.5746	0.0833	2.5000
5	20	29.08	2.3410	2.3361	2.0500	0.5723	0.0833	2.4900
6	25	24.10	1.7688	1.7639	1.5410	0.4459	0.0833	1.9400
7	30	20.22	1.3229	1.3180	1.1008	0.4344	0.0833	1.8900
8	35	16.44	0.8886	0.8837	0.7349	0.2976	0.0833	1.2950
9	40	13.85	0.5909	0.5860	0.4476	0.2769	0.0833	1.2050
10	45	11.44	0.3140	0.3091	0.2396	0.1390	0.0833	0.6050
11	50	10.23	0.1750	0.1701	0.1270	0.0862	0.0833	0.3750
12	55	9.48	0.0888	0.0839	0.0655	0.0368	0.0833	0.1600
13	60	9.16	0.0520	0.0471	0.0327	0.0287	0.0833	0.1250
14	65	8.91	0.0233	0.0184	0.0132	0.0103	0.0833	0.0450
15	70	8.82	0.0129	0.0080	0.0057	0.0046	0.0833	0.0200
16	75	8.78	0.0083	0.0034	0.0023	0.0023	0.0833	0.0100
17	80	8.76	0.0060	0.0011	0.0006	0.0011	0.0833	0.0050
18	85	8.75	0.0049	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
19	90	8.75	0.0049	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000
20	95	8.75	0.0049	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000

ANEXO N° 6

TABLA 6.1. Velocidad de secado constante y decreciente

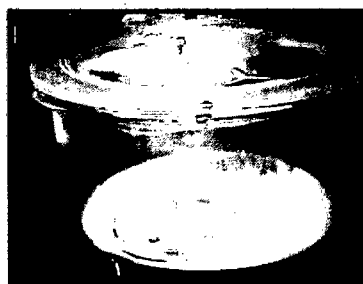
Acondicionamiento del Loche		VELOCIDAD DE SECADO (Kg agua / h-m ²)		
		-BC-	-CD-	-DE-
		Constante	Decreciente	Decreciente
Rallado	60°C	1.6475±0.1570	0.4663x + 0.481	1.1627x + 0.0281
	70°C	1.9817±0.3338	0.6013x + 0.5334	1.2721x + 0.0241
	80°C	2.0925±0.0970	0.4424x+1.0949	1.368x + 0.0223
Rodajas	60°C	1.4453±0.0674	0.4048x+0.2744	0.7388x + 0.0184
	70°C	1.5856±0.0422	0.592x+0.2801	1.3509x + 0.0008
	80°C	2.6272±0.1232	0.7499x+0.7886	3.4404x - 0.0289
Triturado	60°C	1.4154±0.0555	0.6731x+0.1327	1.4769x + 0.0136
	70°C	2.0893±0.2186	0.6163x+0.7383	1.6883x + 0.0042
	80°C	2.5325±0.1497	0.8324x+0.8351	2.7825x + 0.0138

TABLA 6.2. Fenomenología del aire durante el secado del loche

Acondicionamiento		TBS, interior del secador (°C)	TBH, salida del secador (°C)	Cs, calor húmedo KJ/Kg A.S.°C	hc, Coeficiente de transferencia de calor Kcal/m ² .h.°C.	KG, Coeficiente de transferencia de masa Kg aire/m ² .h
Loche rallado	60	57.7	28.7	1.0364	31.2423	126.1267
	70	66.7	30.0	1.0339	29.6953	120.1712
	80	75.4	31.0	1.0341	25.9178	104.8641
Loche rodajas	60	56.7	28.1	1.0359	27.7912	112.2486
	70	65.5	29.9	1.0332	24.4940	99.1896
	80	76.2	31.5	1.0348	32.3222	130.6881
Loche triturado	60	57.2	28.6	1.0358	27.2163	109.9371
	70	66.6	29.9	1.0331	31.3076	126.7942
	80	76.1	32.3	1.0337	31.7973	128.7027

ANEXO N° 7

CARACTERIZACION DE LA HARINA DE LOCHE: ISOTERMA DE ADSORCION



A. Determinación de la humedad inicial de la Harina de Loche

Tabla N° 02

Nº de Placa	Pso. Placa	Pso. Inicial	Pso final	% Humedad	%materia seca	% base seca
1	33.91	38.98	38.73	4.93	95.07	5.187
2	45.13	50.15	49.9	4.98	95.02	5.238
3	34.71	39.76	39.53	4.55	95.45	4.791

% humedad promedio (bh) 4.82%

% humedad promedio (bs) 5.07%

$$\% \text{ base seca} = \frac{\text{Pf} * 100}{(\text{mat. seca} * \text{ps. muestra})}$$

B. Determinación de las Isotermas de sorción

Tabla Nº 03

Nº placa	Ps. Placa	Ps. Inicial	Solución Saturada	HR (%) T=25°C	AW	Peso Final	Agua inicial	
1	0.4478	1.4523	Ácido Sulfúrico	0	0.00	1.4411	0.0484	0.0503
1	0.5242	1.6084				1.5961	0.0523	
2	0.3573	1.3677	Cromato de Potasio	87	0.87	1.6174	0.0487	0.0489
2	0.3505	1.3704				1.6239	0.0492	
3	0.4916	1.5483	Agua	100	1.00	2.0205	0.0509	0.0510
3	0.4648	1.5225				1.947	0.0510	
4	0.441	1.4532	Cloruro de Sodio	75	0.75	1.6303	0.0488	0.0487
4	0.3567	1.3658				1.5436	0.0486	
5	0.4203	1.4661	Nitrito de Sodio	64	0.64	1.5869	0.0504	0.0509
5	0.3489	1.4169				1.5376	0.0515	

Tabla Nº 04

Nº Placa	Agua inicial	Agua Absorbida	Agua Total	AW	Humedad (M) Equilibrio (bs)
1	0.0503	-0.0117	0.0386	0.00	0.0388
2	0.0489	0.2516	0.3005	0.87	0.3110
3	0.0510	0.4484	0.4993	1.00	0.4962
4	0.0487	0.1775	0.2262	0.75	0.2351
5	0.0509	0.1208	0.1717	0.64	0.1707

Tabla Nº 05 ISOTERMAS DE GAB

X (aw)	m	Y (aw/m)	α	β	γ	Y(ajustado)	m (ajustado)
0.00	0.0388	0.00	-10.1310	12.0710	0.0096	0.0096	0.0000
0.64	0.1707	3.75	-10.1310	12.0710	0.0096	3.5854	0.1785
0.75	0.2351	3.19	-10.1310	12.0710	0.0096	3.3642	0.2229
0.87	0.3110	2.80	-10.1310	12.0710	0.0096	2.8432	0.3060
1.00	0.4962	2.02	-10.1310	12.0710	0.0096	1.9496	0.5129

C. PARAMETROS DE SORCION

$$K = \frac{(\beta^2 - 4 \cdot \alpha \cdot \gamma)^{0.5} - \beta}{2 \cdot \gamma} \quad C = \frac{\beta}{\gamma \cdot K} \quad Mo = \frac{1}{\gamma \cdot k \cdot C}$$

D. DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES DE LA REGRESION

Gráfico N° 01

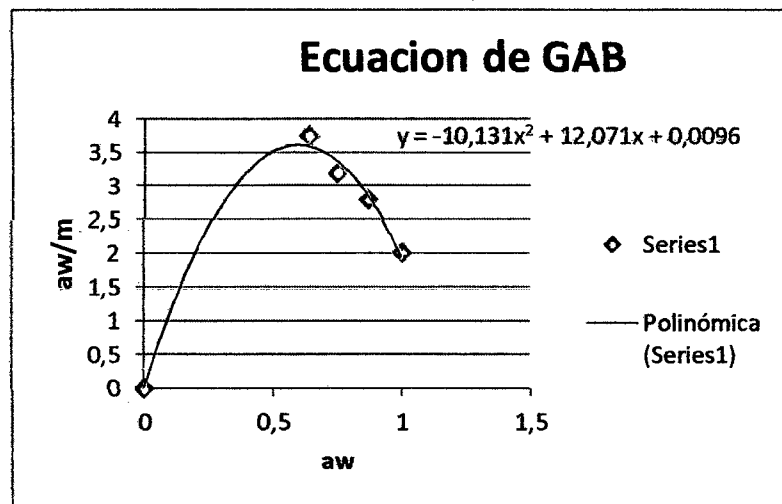
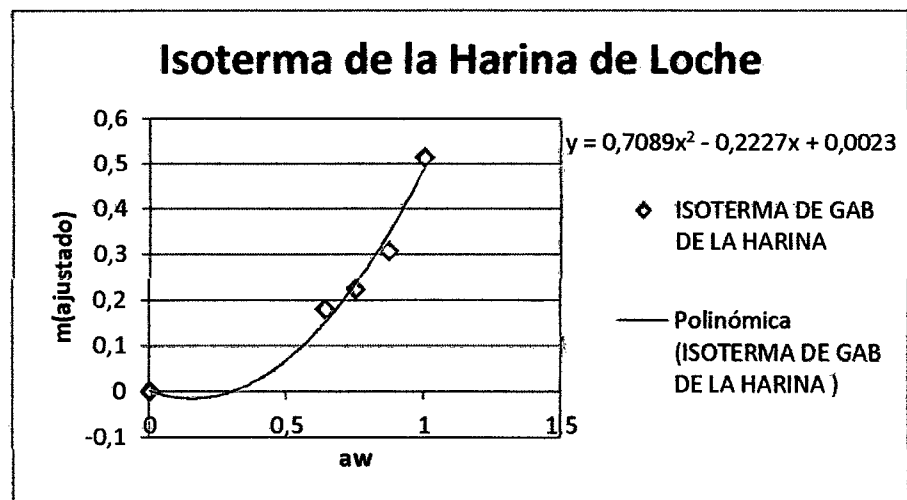


Gráfico N° 02



E. Valores de los parámetros de sorción

K= 0.838724778 C= 1499.17573 Mo= 0.08284318

ISOTERMA DE ADSORCION - METODO NUMERICO: SOLVER

X (aw)	m	m,GAB	(m-m,GAB)^2
0.00	0.03882011	0.000000000	0.001507001
0.64	0.17067579	0.206657684	0.001294696
0.75	0.23511249	0.264001431	0.000834571
0.87	0.31103714	0.338578252	0.000758513
1.00	0.49620923	0.437634708	0.003430974
suma			0.007825755

$$Me = \frac{CKmo.aw}{(1-K.aw)(1-K.aw+CK.aw)}$$

Parámetros de Sorción

K = 0.43805384

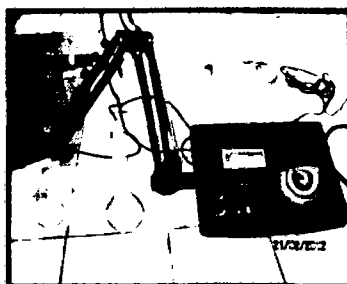
C = 0.68174916

Mo= 0.70867997

ANEXO N° 8

CARACTERIZACION DE LA HARINA DE LOCHE: ANALISIS FISICOQUIMICO

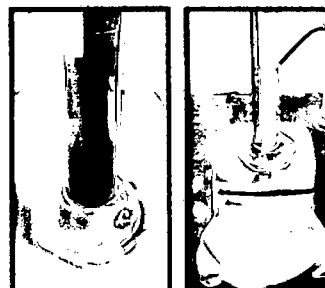
pH



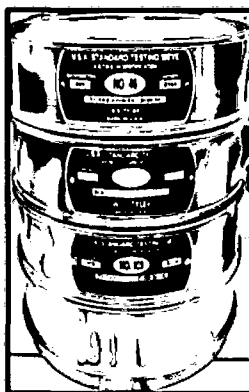
Prueba del Lugol: Almidón



Densidad Aparente



Granulometría



ANEXO N° 9

ELABORACION DE PAN DE YEMA SUSTITUIDO PARCIALMENTE CON HARINA DE LOCHE

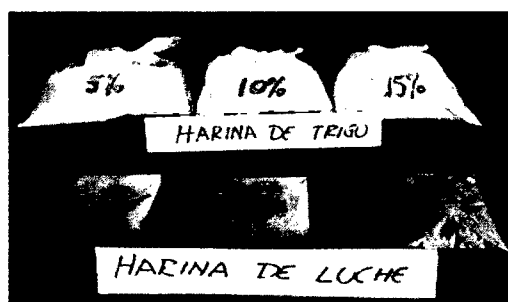
Para la elaboración del pan de yema se realizó tres formulaciones sustituyendo parcialmente harina de loche a tres porcentajes diferentes (5, 10 y 15%), como se muestra en la tabla N° 15, y a través de la evaluación sensorial se determinará si existe o no diferencia significativa entre ambas.

Tabla 1. Formulación para pan de yema sustituido parcialmente con harina de loche.

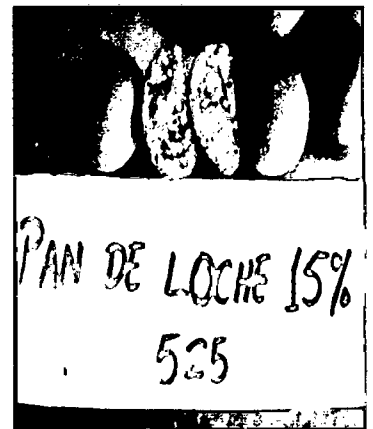
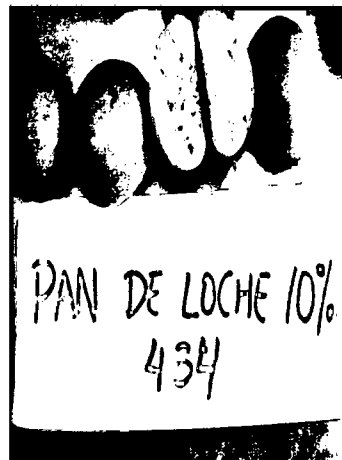
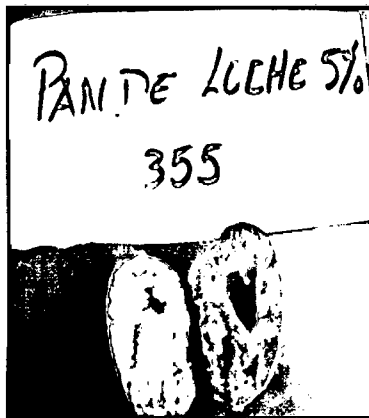
FORMULACION PARA LA ELABORACION DEL PAN			
	FÓRMULACION 1	FÓRMULACION 2	FÓRMULACION 3
Harina de trigo	950 gr	900 gr	850 gr
Harina de loche	50 gr (5%)	100 gr (10%)	150 gr (15%)
Azúcar	100 gr	100 gr	100 gr
Manteca	100 gr	100 gr	100 gr
Levadura	10 gr	10 gr	10 gr
Huevos	2 und.	2 und.	2 und.
Mejorador	5 gr	5 gr	5 gr
Sal	7 gr	7 gr	7 gr
TOTAL			

Elaboración: propia, 2013.

FORMULACION DE LAS HARINAS



ELABORACION DEL PAN



ANEXO N° 10

Por medio de una prueba sensorial de escala hedónica, se puede obtener la solución al problema y conocer la preferencia que existe por una determinada formulación.

En las pruebas de escala hedónica, el consumidor expresa el grado de gusto o disgusto del alimento en cuestión por medio de una escala verbal-numérica que va en la ficha Anzaldúa M, A. (1994). El formato de la escala hedónica utilizada para la evaluación sensorial se muestra en el Anexo 10.

Para analizar los datos obtenidos mediante esta prueba, se realizó una conversión de la escala verbal en numérica, es decir que, se le asignaron valores consecutivos a cada descripción. Se evaluó el nivel de aceptación del pan de yema sustituido parcialmente con harina de loche utilizando una escala hedónica en olor y sabor de 9 puntos, donde "me gusta extremadamente" posee una calificación de 9 y "me disgusta extremadamente" tiene una calificación de 1, una en textura de 7 puntos, donde "muy blando" posee una calificación de 7 y "muy duro" tiene una calificación de 1 y otra en color de 7 puntos, donde "amarillo muy claro" posee una calificación de 7 y "marrón" tiene una calificación de 1. Las calificaciones para los panes de loche otorgadas por los panelistas se consignan en el anexo 11.

Las evaluaciones sensoriales en los panes fueron realizadas usando 30 jueces no entrenados seleccionados al azar. La prueba aplicada consistió en la presentación simultánea de 3 muestras, debidamente codificadas; se calculó la diferencia entre las calificaciones otorgadas por cada uno de los jueces para cada una de las formulaciones. Posteriormente, se realiza la suma total de todas las calificaciones para cada una de las formulaciones.

FICHA PARA LA EVALUACION SENSORIAL: ESCALA HEDONICA PARA TRES FORMULACIONES

Producto: **Pan sustituido parcialmente con harina de loche**

Fecha:

Llene los recuadros vacios marcando con un aspa (X) según su apreciación.

VALOR	EVALUACION OLOR /SABOR	Código 355		Código 434		Código 525	
9	Me gusta demasiado						
8	Me gusta mucho						
7	Me gusta moderadamente						
6	Me gusta ligeramente						
5	Ni me gusta ni me disgusta						
4	Me disgusta ligeramente						
3	Me disgusta moderadamente						
2	Me disgusta mucho						
1	Me disgusta demasiado						

VALOR	EVALUACIÓN TEXTURA	Código 355	Código 434	Código 525
7	Muy blando			
6	Algo blando			
5	Blando			
4	Nada blando			
3	Duro			
2	Algo duro			
1	Muy duro			

VALOR	EVALUACIÓN COLOR	Código 355	Código 434	Código 525
7	Me agrada mucho			
6	Me agrada moderadamente			
5	Me agrada poco			
4	No me agrada ni me desagrada			
3	Me desagrada poco			
2	Me desagrada moderadamente			
1	Me desagrada mucho			

Agradecemos su comentario sincero

Muchas gracias ☺

ANEXO N° 11

CALIFICACIONES OTORGADAS POR LO JUECES PARA LOS PANES DE YEMA SUTITUIDOS PARCIALMENTE CON HARINA DE LOCHE

ESCALA: OLOR

No. JUECES, n	CÓDIGOS		
	355	434	525
1	5	5	9
2	5	5	6
3	6	6	5
4	8	8	8
5	8	8	7
6	6	7	4
7	4	5	5
8	6	7	6
9	5	5	5
10	6	6	5
11	7	6	7
12	9	9	7
13	8	8	8
14	8	6	6
15	9	7	5
16	9	9	6
17	7	6	7
18	8	4	6
19	6	6	8
20	7	8	8
21	6	7	7
22	6	6	7
23	6	7	4
24	9	8	6
25	9	7	4
26	6	4	7
27	3	7	4
28	7	7	7
29	7	6	4
30	5	6	5
TOTAL, m	201	196	183

ESCALA: SABOR

No. JUECES, n	CÓDIGOS		
	355	434	525
1	5	5	9
2	5	5	6
3	6	5	4
4	8	8	8
5	8	8	7
6	6	7	4
7	6	8	7
8	6	6	6
9	5	5	5
10	6	6	5
11	7	6	7
12	9	9	7
13	9	9	9
14	9	7	7
15	8	6	3
16	8	8	6
17	8	7	6
18	8	4	6
19	7	7	7
20	7	8	8
21	6	7	7
22	6	7	8
23	7	7	3
24	9	8	6
25	9	7	4
26	5	6	7
27	4	5	3
28	7	7	7
29	6	8	8
30	5	6	5
TOTAL, m	205	202	185

ESCALA: TEXTURA

No. JUECES, n	CÓDIGOS		
	355	434	525
1	6	2	2
2	7	3	3
3	5	3	4
4	6	2	6
5	4	7	6
6	5	6	6
7	5	5	5
8	5	4	4
9	4	5	4
10	6	6	2
11	6	5	6
12	7	7	7
13	7	5	6
14	7	6	4
15	7	6	2
16	6	5	4
17	6	5	4
18	5	2	2
19	5	2	6
20	6	7	6
21	6	5	4
22	6	4	6
23	7	5	3
24	5	6	7
25	7	6	5
26	6	5	2
27	6	6	6
28	5	2	6
29	5	6	7
30	6	6	7
TOTAL, m	174	144	142

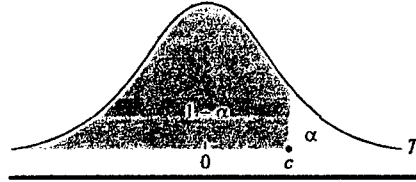
ESCALA: COLOR

No. JUECES, n	CÓDIGOS		
	355	434	525
1	5	4	2
2	6	5	5
3	5	6	4
4	5	3	6
5	5	6	7
6	7	6	4
7	4	5	3
8	4	3	4
9	7	6	3
10	4	7	4
11	6	4	4
12	6	6	6
13	7	7	7
14	7	4	2
15	7	5	3
16	6	5	4
17	6	4	3
18	7	3	2
19	7	6	5
20	3	3	3
21	6	4	3
22	2	4	3
23	6	3	2
24	4	5	7
25	7	6	5
26	6	6	4
27	4	4	3
28	7	3	3
29	5	4	3
30	7	6	3
TOTAL, m	168	143	117

ANEXO N° 12

APENDICE N PRUEBA T DE STUDENT

TABLA DE LA DISTRIBUCION t-Student



$1 - \alpha$

r	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	0.679	0.848	1.046	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	0.677	0.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

ANEXO N° 13

ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) DE LOS DATOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL

Análisis de varianza : Escala hedónica Olor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Cod. 355 (5%)	30	201	6.7	2.493103448
Cod. 434 (10%)	30	196	6.533333333	1.705747126
Cod. 525 (15%)	30	183	6.1	2.024137931

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	5.755555556	2	2.877777778	1.387329147	0.25521071	3.101295757
Dentro de los grupos	180.4666667	87	2.074329502			
Total	186.2222222	89				

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: EVALUACIÓN SENSORIAL: PREFERENCIA DEL OLOR DEL PAN

					Intervalo de confianza al 95%		
(I) CODIGO DEL PAN DE LOCHE	(J) CODIGO DEL PAN DE LOCHE	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Límite inferior	Límite superior	
HSD de Tukey	355 (5%)	434 (10%)	.16667	.37187	.895	-.7201	1.0534
		525 (15%)	.60000	.37187	.245	-.2867	1.4867
	434 (10%)	355 (5%)	-.16667	.37187	.895	-1.0534	.7201
		525 (15%)	.43333	.37187	.477	-.4534	1.3201
	525 (15%)	355 (5%)	-.60000	.37187	.245	-1.4867	.2867
		434 (10%)	-.43333	.37187	.477	-1.3201	.4534

Subconjuntos homogéneos

EVALUACION SENSORIAL: PREFERENCIA DEL OLOR DEL PAN

CODIGO DEL PAN DE LOCHE	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
HSD de Tukey ^a 525 (15%)	30	6.1000
434 (10%)	30	6.5333
355 (5%)	30	6.7000
Sig.		.245
Duncan ^a 525 (15%)	30	6.1000
434 (10%)	30	6.5333
355 (5%)	30	6.7000
Sig.		.131

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 30.000.

Análisis de varianza : Escala hedónica Sabor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Cod. 355 (5%)	30	205	6.833333333	2.143678161
Cod. 434 (10%)	30	202	6.733333333	1.650574713
Cod. 525 (15%)	30	185	6.166666667	2.902298851

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	7.755555556	2	3.877777778	1.737212496	0.182059696	3.101295757
Dentro de los grupos	194.2	87	2.232183908			
Total	201.9555556	89				

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: EVALUACIÓN SENSORIAL: PREFERENCIA DEL SABOR PAN DE LOCHE

(I) CODIGO DEL PAN DE LOCHE	(J) CODIGO DEL PAN DE LOCHE	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
					Límite inferior	Límite superior	
HSD de Tukey	355 (5%)	434 (10%)	.10000	.38576	.964	-.8198	1.0198
		525 (15%)	.66667	.38576	.201	-.2532	1.5865
	434 (10%)	355 (5%)	-.10000	.38576	.964	-1.0198	.8198
		525 (15%)	.56667	.38576	.311	-.3532	1.4865
	525 (15%)	355 (5%)	-.66667	.38576	.201	-1.5865	.2532
		434 (10%)	-.56667	.38576	.311	-1.4865	.3532

Subconjuntos homogéneos

EVALUACION SENSORIAL: PREFERENCIA DEL SABOR PAN DE LOCHE

CODIGO DEL PAN DE LOCHE	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
HSD de Tukey ^a		
525 (15%)	30	6.1667
434 (10%)	30	6.7333
355 (5%)	30	6.8333
Sig.		.201
Duncan ^a		
525 (15%)	30	6.1667
434 (10%)	30	6.7333
355 (5%)	30	6.8333
Sig.		.106

Análisis de varianza : Escala hedónica Textura

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Cod. 355(5%)	30	174	5.8	0.786206897
Cod. 434 (10%)	30	144	4.8	2.579310345
Cod. 525(15%)	30	142	4.733333333	2.891954023

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	21.42222222	2	10.71111111	5.13519471	0.007797027	3.101295757
Dentro de los grupos	181.4666667	87	2.085823755			
Total	202.8888889	89				

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: EVALUACION SENSORIAL: PREFERENCIA DE LA TEXTURA DEL PAN

	(I) CODIGO DEL PAN DE LOCHE	(J) CODIGO DEL PAN DE LOCHE	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD de Tukey	355 (5%)	434 (10%)	1.00000	.37290	.024	.1108	1.8892
		525 (15%)	1.06667*	.37290	.015	.1775	1.9558
	434 (10%)	355 (5%)	-1.00000*	.37290	.024	-1.8892	-.1108
		525 (15%)	.06667	.37290	.983	-.8225	.9558
	525 (15%)	355 (5%)	-1.06667*	.37290	.015	-1.9558	-.1775
		434 (10%)	-.06667	.37290	.983	-.9558	.8225

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Subconjuntos homogéneos

EVALUACION SENSORIAL: PREFERENCIA DE LA TEXTURA DEL PAN

	CODIGO DEL PAN DE LOCHE	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD de Tukey ^a	525 (15%)	30	4.7333	5.8000
	434 (10%)	30	4.8000	
	355 (5%)	30		
	Sig.		.983	
Duncan ^a	525 (15%)	30	4.7333	5.8000
	434 (10%)	30	4.8000	
	355 (5%)	30		
	Sig.		.859	

Análisis de varianza : Escala hedónica Color

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Cod. 355(5%)	30	168	5.6	1.903448276
Cod. 434 (10%)	30	143	4.766666667	1.633333333
Cod. 525 (15%)	30	117	3.9	2.231034483

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	43.35555556	2	21.67777778	11.27520925	4.42463E-05	3.101295757
Dentro de los grupos	167.2666667	87	1.922605364			
Total	210.6222222	89				

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: EVALUACION SENSORIAL: PREFERECIA DEL COLOR PAN DE LOCHE

	(I) CODIGO DEL PAN DE LOCHE	(J) CODIGO DEL PAN DE LOCHE	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD de Tukey	355 (5%)	434 (10%)	.83333	.35801	.057	-.0203	1.6870
		525 (15%)	1.70000*	.35801	.000	.8463	2.5537
	434 (10%)	355 (5%)	-.83333	.35801	.057	-1.6870	.0203
		525 (15%)	.86667*	.35801	.046	.0130	1.7203
	525 (15%)	355 (5%)	-1.70000*	.35801	.000	-2.5537	-.8463
		434 (10%)	-.86667*	.35801	.046	-1.7203	-.0130

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Subconjuntos homogéneos

EVALUACION SENSORIAL: PREFERECIA DEL COLOR PAN DE LOCHE

	CODIGO DEL PAN DE LOCHE	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
HSD de Tukey ^a	525 (15%)	30	3.9000		
	434 (10%)	30		4.7667	
	355 (5%)	30		5.6000	
	Sig.		1.000	.057	
Duncan ^a	525 (15%)	30	3.9000		
	434 (10%)	30		4.7667	
	355 (5%)	30			5.6000
	Sig.		1.000	1.000	1.000

Respecto a las dimensiones o categorías organolépticas:

Olor: No se presentaron diferencias significativas entre 5, 10 y 15 % sin embargo, se pudo observar que el tratamiento de 15% fue el menos preferido en comparación con las demás proporciones. El olor del pan es influenciado por múltiples factores. A esta dificultad hay que añadir que algunos funcionan conjuntamente con otros. Por esta razón es difícil determinar la influencia directa de la presencia de harina de Loche en el aroma del pan ya que se unen diversos factores para conformar este atributo sensorial.

Sabor: Según lo observado no hubo diferencias significativas para este atributo, sin embargo los resultados de las proporciones de 5 y 10% fueron las mejor evaluadas. La sustitución de 15%, afectó el sabor dando al pan un sabor no característico.

Textura: La proporción de 10 al 15%, obtuvo una evaluación pobre, lo que es posiblemente causado por el nivel de sustitución, el cual afectó la capacidad de retención del agua de la masa. La proporción de 5% fue evaluada como buena. Al sustituir harina de trigo con porcentajes elevados de harina de Loche, la textura del pan se ve afectada ya que esta harina no posee gluten.

Color: No se presentó diferencia significativa en 5% por la uniformidad en el color y presentar el color característico del pan de trigo. En la proporción del 10% se nota una aceptación mediana por parte de los panelistas. Mayores al 10%, la evaluación sensorial demuestra que el Loche ejerce influencia sobre el color de los panes, y esto se atribuye a su composición. El color del alimento y otros aspectos de su apariencia dan la primera impresión y ayudan al consumidor para decidir sobre su aceptación o no.

ANEXO N° 14

TABLA DE TAMICES

Descripción	Diámetro	N°	Luz
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	2"	50,00 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	11/2"	37,50 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	11/4"	31,50 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	1"	25,00 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	3/4"	19,00 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	0,53"	13,20 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	1/2"	12,50 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	3/8"	9,50 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	5/16"	8,00 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	1/4"	6,30 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	3,50	5,60 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	4	4,75 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	5	4,00 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	6	3,35 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	7	2,80 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	8	2,36 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	10	2,00 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	12	1,00 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	14	1,40 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	16	1,18 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	18	1,00 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	20	0,850 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	25	0,710 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	30	0,600 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	35	0,500 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	40	0,425 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	45	0,355 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	50	0,300 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	60	0,250 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	70	0,212 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	80	0,180 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	100	0,150 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	120	0,125 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	140	0,106 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	170	0,090 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	200	0,075 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	230	0,063 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	270	0,053 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	325	0,045 mm
Tamices Norma ASTM E - 11/95	8"	400	0,038 mm

ANEXO N° 15

CALCULO DEL RENDIMIENTO DE LA HARINA DE LOCHE

El balance de masa en el proceso de acondicionamiento: Se utilizó un fruto de un peso de 1,670 Kg. Durante el proceso de acondicionamiento (en el despulpado), una cantidad del loche disminuye el peso, correspondiente a punta, base del fruto y semillas con restos siendo exactamente 27.42 g y 35.75 g respectivamente. Quedando 1,606.83 kg. De pulpa de loche.

El balance de masa en el proceso de trituración: se tritura con ayuda de un molino manual, al cual ingresa 1,606.83 kg. De pulpa de loche quedo adherida en el equipo 18.2 gr en promedio y no disponible para seguir en el proceso.

Al trabajar con cantidades más grandes, las mermas serían menores, incrementando el rendimiento por kg de pulpa de loche crudo.

Después de pasar por la trituración se obtuvieron en promedio 1,588.63 kg de pulpa para ser deshidratado.

El balance de masa en el proceso de deshidratación: Después de deshidratación se obtuvieron 359.5 g de loche deshidratado.

El balance de masa en el proceso de molienda: Después de la molienda de 359.5g de loche deshidratado, se obtuvieron en promedio 355.0 g de deshidratado molido. Los 4.5 g que se pierden durante esta parte del proceso, se deben principalmente a las juntas y cavidades del molino.

Los rendimientos del deshidratado de loche fueron de 21.3%. Este resultado pueden deberse a varios factores de transformación de la materia prima durante el proceso, como son: desensillado, acondicionamiento (triturado), deshidratado y molido.

El rendimiento = $(355 \text{ g de deshidratado molido} / 1670 \text{ g de zapallo loche}) * 100 = 21.3\%$, con respecto a la materia prima inicial.

Por lo tanto para obtener 1kg de harina necesitamos 4,704.23 kg de zapallo loche fresco.