

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



PRESENTADO POR:

JOSÉ ANGEL HUAMÁN CHIRCCA

“INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN EL COLOR Y PROPIEDADES SENSORIALES EN EL SECADO DE MANZANILLA (*Matricaria chamomilla*)”.

Asesora:

Ing. MSc. FIDELIA TAPIA TADEO

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

ANDAHUAYLAS – APURÍMAC - PERÚ

2021



APROBACIÓN DE LA ASESORA

Quien suscribe:
MSc. Fidelia Tapia Tadeo por la presente:

CERTIFICA,

Que, el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial, José Angel Huamán Chircca, ha culminado satisfactoriamente el informe final de tesis intitulado: "INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN EL COLOR Y PROPIEDADES SENSORIALES EN EL SECADO DE MANZANILLA (*Matricaria chamomilla*)". Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Andahuaylas, 15 de febrero del 2021.

MSc. Fidelia Tapia Tadeo
Asesora

Br. José Angel Huamán Chircca
Tesisista



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENCIDAD

Yo, Jose Angel Huamán chircca, identificado con DNI N° 46879145 de la escuela profesional de ingeniería agroindustrial declaro bajo juramento que el informe final Titulado: tesis "INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN EL COLOR Y PROPIEDADES SENSORIALES EN EL SECADO DE MANZANILLA (*Matricaria chamomilla*)" Es autentico y no vulnera los derechos del autor. Además su contenido es de entera responsabilidad del autor del proyecto, quedando la UNAJMA exenta de toda responsabilidad en caso de atentar contra la ley de propiedad intelectual y derechos del autor.

Andahuaylas, 15 de febrero del 2021.

Firma: Jose Angel Huamán Chircca
N° DNI: 46879145
E-mail: josehuamanchircca@gmail.com
N° celular: 927861553



FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Santa Rosa, Avenida 28 de Julio 1103, del Local Académico de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional José María Arguedas ubicado en el distrito de Talavera de la provincia de Andahuaylas; en la sala virtual meet.google.com/nsh-nytg-yqa, siendo las 10:00 del 28 de enero del 2021, se reunieron los docentes: Mg. Dianeth Campos Buleje, M.Sc. Abel Isaias Barrial Lujan, Ing. Gina Genoveva Toro Rodriguez, en condición de integrantes del jurado evaluador de informe final de tesis intitulado "INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN EL COLOR Y PROPIEDADES SENSORIALES EN EL SECADO DE MANZANILLA (*Matricaria chamomilla*)": Cuyo autor es la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial, José Ángel Huamán Chircca, y el asesor Mg. Fidelia Tapia Tadeo, con el propósito con el propósito de proceder a la sustentación y defensa de dicha tesis.

Luego de la sustentación y defensa de la tesis, el jurado evaluador ACORDO APROBAR por UNANIMIDAD, al Bachiller en Ingeniería Agroindustrial, Huamán Chircca, José Ángel, obteniendo la siguiente calificación y mención.

Nota en escala vigesimal		Mención
Números	Letras	
13	Trece	REGULAR

En señal de conformidad, se procede a la firma de la presente acta en 03 ejemplares.

Talavera de 28 Enero del 2021

Ing. Gina Genoveva Toro Rodriguez
Presidente de jurado

Mg. Dianeth Buleje Campos
Primer miembro del Jurado

M. Sc. Abel Isaias Barrial Lujan
Segundo miembro de jurado



APROBACIÓN DEL JURADO DICTAMINADOR

LA TESIS: "INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN EL COLOR Y PROPIEDADES SENSORIALES EN EL SECADO DE MANZANILLA (*Matricaria chamomilla*)" para optar el Título profesional de ingeniero agroindustrial, ha sido evaluada por el jurado dictaminador conformado por:

PRESIDENTE: Ing. Gina Genoveva Toro Rodríguez

PRIMER MIEMBRO: Mg. Dianeth Buleje Campos

SEGUNDO MIEMBRO: M.Sc. Abel Barrial Lujan

Habiendo sido aprobar por UNANIMIDAD/MAYORÍA, en la ciudad de Andahuaylas el día 15 del mes de febrero de 2021

Andahuaylas, 15 de febrero del 2021.

Ing. Gina Genoveva Toro Rodríguez
Presidente del jurado Evaluador

Mg. Dianeth Buleje Campos
Primer miembro del Jurado Evaluador

M. Sc. Abel Isaiás Barrial Lujan
Segundo miembro del jurado Evaluador

DEDICATORIA

A Dios, por acompañarme y guiarme siempre en mi camino.

A mi querida madre, Anatolia Chircca Herbas, por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida; por su eterna amabilidad, afecto y comprensión que siempre pusieron en mí.

A mis hermanos por incentivarme a seguir adelante y en general a todas las personas que con amor me brindaron su apoyo.

José, Angel

AGRADECIMIENTOS

Al Señor de Huanca por haberme dado fuerzas, fe y haber iluminado mi camino en mi formación profesional.

- ✓ A la Universidad Nacional José María Arguedas por su acogida durante los años de mi formación profesional, muy especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.
- ✓ A los docentes, de quienes durante los 5 años de mi formación profesional compartieron sus grandes conocimientos inculcándome los buenos valores de la responsabilidad, puntualidad y el respeto.
- ✓ A mi asesor de tesis Ing. MSc. Fidelia Tapia Tadeo, por su dedicación de inicio hasta el final del proyecto de investigación por sus consejos, su dedicación, comprensión y apoyo durante todo el desarrollo de la tesis.
- ✓ A los miembros del jurado evaluador Ing. Gina G. Toro Rodríguez, Mg. Dianeth Buleje Campos y Msc. Abel Isaías Barrial Lujan, por sus valiosos aportes en la realización del presente trabajo de investigación.
- ✓ Al Ing. Herson Arone Palomino encargado de laboratorio de química por su apoyo en el desarrollo de los análisis en la presente tesis y las demás personas que de una u otra forma aportaron para el desarrollo de esta investigación.
- ✓ A mis padres por su apoyo incondicional y los valores que me han inculcado, todo lo que soy y he logrado gracias a ustedes hermanos, por confiar en mí y apoyarme en todo momento. Por su apoyo motivación y buenos consejos.
- ✓ A mis compañeros de estudio, y amigos quienes fueron casi como mis hermanos con ellos pasamos momentos que jamás se borrarán con el único fin el de lograr uno de nuestros objetivos trazados.

ÍNDICE GENERAL.

APROBACIÓN DE LA ASESORA.....	ii
COPIA DEL ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	iv
APROBACIÓN DEL JURADO EVALUADOR.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS.....	xvi
RESUMEN.	xvii
ABSTRACT.....	xviii
CHUMASQA.	xix
INTRODUCCIÓN.	20
CAPÍTULO I: PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN.....	22
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	23
1.2.1 Problema general.....	23
1.2.2 Problemas específicos	23
2.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	24
2.2 ANTECEDENTES NACIONALES.....	24
2.3 ANTECEDENTES LOCALES.....	25
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO.....	27
3.1 BASES TEÓRICAS.....	27
3.1.1 Manzanilla (<i>Matricaria chamomilla</i>).	27
3.1.2 Clasificación taxonómica de la manzanilla	27
3.1.3 Composición química de la manzanilla (<i>Matricaria chamomilla</i>)	28

3.2 Tipo de Manzanilla.	28
3.2.1 Manzanilla común (<i>Matricaria chamomilla</i>).	30
3.2.2 Propiedades curativas de la manzanilla.	30
3.3 Secado.	31
3.3.1 Formas de transferencia de calor:	32
3.3.2 Métodos de secado:	33
3.3.3 Mecanismo de secado.	34
3.3.4 Factores que regulan el secado.	35
3.4 Definiciones de términos asociados al secado:	35
3.4.1 Contenido de Humedad.	35
3.4.2 Contenido de humedad, base seca (hbs).	35
3.4.3 Contenido de humedad, base húmeda (hbh).	36
3.4.4 Humedad ligada.	36
3.4.5 Humedad no ligada.	36
3.4.6 Humedad de equilibrio (x^*).	36
3.4.7 Humedad libre (X)	37
3.5 Curva de secado	37
3.6 Cinética de secado.	38
3.7 Parámetros del secado:	38
3.7.1 Temperatura del secado.	39
3.7.2 Temperatura del aire.	39
3.7.3 Velocidad del secado.	39
3.7.4 Velocidad del aire.	39
3.7.5 Actividad del agua.	40
3.8 El colorante en los alimentos.	40
3.9 Factores en la captura del color en un alimento.	40
3.10 Sistema de medición de color.	41
3.11 Variación del color.	43

3.11.1 Colorimetría.....	45
3.11.2 CIELAB.	45
3.12 Propiedades sensoriales:	46
3.12.1 Tipos de pruebas sensoriales.....	48
3.13 MARCO CONCEPTUAL:.....	53
3.13.1 Secado.....	53
3.13.2 Deseccación.....	53
3.13.3 Deshidratación.	53
3.13.4 Temperatura.....	53
3.13.5 Humedad.....	53
3.13.6 Transferencia de materia.....	54
3.13.7 Humedad relativa del aire.....	54
3.13.8 Velocidad del aire.	54
3.13.9 Colorimetría.....	54
3.13.10 Color.....	54
3.13.11 Apariencia.	54
3.13.12 Olor.	55
3.13.13 Sabor.....	55
3.13.14 Influencia.....	55
3.13.15 Determinación.	55
3.13.16 Propiedades alimentarios.	55
 CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	 56
4.1 Lugar de ejecución.	56
4.2 Materiales, equipos y reactivos.	56
4.2.1 Materiales.	56
4.2.2 Equipos.	56
4.2.3 Reactivos.	57
4.2.4 Material vegetal.....	58

4.3 Material de estudio.	58
4.4 Tipo de investigación.	59
4.5 Diseño de contrastación.	59
4.6 Metodología experimental.	60
4.6.1 Procedimiento de secado de las hojas de la manzanilla (<i>Matricaria chamomilla</i>).	60
4.7 Metodología experimental.	62
4.7.1 Metodología para la determinación de la variación de color en el secado de las hojas de la manzanilla (<i>Matricaria chamomilla</i>).	62
4.7.2 Metodología para la determinación de propiedades sensoriales en el secado de las hojas de la manzanilla (<i>Matricaria chamomilla</i>).	63
4.8 Diseño experimental y análisis estadístico	64
4.8.1 Diseño experimental.	64
4.8.1.1 Diseño experimental de variables independientes y dependientes.	64
CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	68
5.1 Variación del color en el secado de las hojas de la manzanilla (<i>Matricaria chamomilla</i>) a las temperaturas de 40, 50 y 60°C.	68
5.2 Propiedades sensoriales en el secado de las hojas de la manzanilla.	75
CONCLUSIONES.	83
RECOMENDACIONES.	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
ANEXOS.	93

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Materiales de laboratorio.	56
Tabla 2. Equipos de laboratorio.....	57
Tabla 3. Reactivos.....	57
Tabla 4. Matriz de diseño para el secado de las hojas de la manzanilla (<i>Matricaria chamomilla</i>).....	60
Tabla 5. Escala hedónica para la evaluación de las propiedades sensoriales de las hojas de la manzanilla.	64
Tabla 6. Tabla de ANOVA para el DCA.....	65
Tabla 7. Resultados para L*, a*, b* para las hojas secas y frescas.	68
Tabla 8. Determinación de las diferencias entre las muestras T0 vs T1	71
Tabla 9. Determinación de las diferencias entre la muestra T0 vs T2.....	71
Tabla 10. Determinación de las diferencias de color T0 vs T3.....	72
Tabla 11. Análisis de normalidad.....	76
Tabla 12. Propiedades sensoriales.....	77
Tabla 13. Rangos promedios respecto al color.....	78
Tabla 14. Estadístico de prueba respecto al color	78
Tabla 15. Rango promedio respecto al olor.	79
Tabla 16. Estadístico de prueba respecto al olor.....	79
Tabla 17. Rango promedio respecto al sabor	80
Tabla 18. Estadístico de prueba respecto al sabor.....	80
Tabla 19. Rango promedio respecto a la apariencia.....	81
Tabla 20. Estadístico de prueba respecto a la apariencia.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Representación conceptual de los mecanismos de transferencia de calor:	33
Figura 2. Curva de secado	38
Figura 3. Representación en el plano horizontal del espacio de color $L^* a^* b^*$	43
Figura 4. Representación tridimensional del espacio de color $L^*a^*b^*$	44
Figura 5. Diferencia del color en el espacio $L^* a b^*$	44
Figura 6. Diagrama de cromaticidad.....	45
Figura 7. Escala hedónica facial.....	52
Figura 8. Diagrama de bloque para el secado de las hojas de la manzanilla.....	62
Figura 9. Diseño experimental.....	65
Figura 10. Modelo cromático para $L^*a^*b^*$ (CIELAB).	70
Figura 11. Comparación del espacio de color.....	70
Figura 12. Comparación del color T0 vs T.....	71
Figura 13. Comparación del color T0 vs T2.....	72
Figura 14. Comparación del color T0 vs T3.	73
Figura 15. Variación del color para las hojas de la manzanilla (Matricaria chamomilla) secado a diferentes temperaturas.	74
Figura 16. Diagrama radial para las propiedades sensoriales	82

ÍNDICE DE ANEXOS.

Anexo 1. Tabla de secado para las hojas de la manzanilla.....	93
Anexo 2. Resultados del % Humedad final de las hojas de la manzanilla.....	93
Anexo 3. Gráfico de secado de las hojas de la manzanilla.	94
Anexo 4. Resultados de la actividad de agua (aw). Para las hojas de la manzanilla fresca.	94
Anexo 5. Resultados de la actividad del agua (aw) para las hojas de la manzanilla fresca.	95
Anexo 6. Resultados de la actividad de agua (Aw). Para las hojas de la manzanilla seca.	95
Anexo 7. Resultados de rendimiento de las hojas de la manzanilla.....	95
Anexo 8. Resultados de la actividad del agua (aw) para las hojas de la manzanilla seca.	96
Anexo 9. Resultado y discusión de la determinación de las curvas de secado de las hojas de la manzanilla (Matricaria chamomilla) a las temperaturas de 40, 50 y 60°C.	96
Anexo 10. Pérdida de peso (g) de las hojas durante el secado a 40°C (T1).....	98
Anexo 11. Pérdida de peso (g) de hojas durante el secado a 50°C (T2).....	99
Anexo 12. Pérdida de peso (g) de hojas durante el secado a 60°C (T3).....	101
Anexo 13. Tabla de resultado de las coordenadas L*, a* y b*.	101
Anexo 14. Tabla de resultados para las hojas de la manzanilla fresco y deshidratado de color (L*, a* y b*).	102
Anexo 15. Tabla ANOVA para L* por temperaturas.....	102
Anexo 16. Tabla de ANOVA para coordenada cromática a* por temperaturas.	103
Anexo 17. Tabla de ANOVA para b* por temperaturas.....	105
Anexo 18. Tabla de resultados de las coordenadas de color L*, a* y b* de secado para las hojas de la manzanilla (Matricaria chamomilla) a las temperaturas de 40, 50 y 60 °C.	106
Anexo 19. Prueba de Normalidad para cada tratamiento	107
Anexo 20. Anova y pruebas de múltiples rangos de análisis propiedades sensoriales respecto al color.....	108
Anexo 21. Anova y pruebas de múltiples rangos de análisis propiedades sensoriales respecto al olor.....	108
Anexo 22. Anova y pruebas de múltiples rangos de análisis propiedades sensoriales respecto al sabor.....	109

Anexo 23. Anova y pruebas de múltiples rangos de análisis propiedades sensoriales respecto a la apariencia.	110
Anexo 24. Cartilla de evaluación sensorial de secado para las hojas de la manzanilla en sus tres tratamientos.	111
Anexo 25. Resultados de las propiedades sensoriales para el color de las hojas de la manzanilla.	113
Anexo 26. Datos de las propiedades sensoriales de color ranqueados (R).	114
Anexo 27. Resultados de las propiedades sensoriales para olor de las hojas de la manzanilla.	115
Anexo 28. Datos de las propiedades sensoriales de olor ranqueados (R).	116
Anexo 29. Resultados de las propiedades sensoriales para el sabor de las hojas de la manzanilla.	117
Anexo 30. Datos de las propiedades sensoriales de sabor ranqueados (R).	118
Anexo 31. Resultados de las propiedades sensoriales para la apariencia de las hojas de la manzanilla.	118
Anexo 32. Datos de las propiedades sensoriales a la apariencia ranqueados (R).	119
Anexo 33. Imágenes de los procedimientos de secado de las hojas de la manzanilla (Matricaria chamomilla).	121
Anexo 34. Fotografía de determinación de color las hojas de la manzanilla con colorímetro Konica Minolta R-400.	122
Anexo 35. Determinación de actividad de agua.	123
Anexo 36. Evaluación sensorial de las hojas de la manzanilla por los panelistas.	123
Anexo 37. Matriz de consistencia.	124

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

H_{bh}	:	Humedad en base húmeda
H_{bs}	:	Humedad en base seca
M_{ss}	:	Sólido seco
<i>M_{agua}</i>	:	Masa del agua
<i>W</i>	:	Velocidad de secado
<i>A</i>	:	Área de materia a secar
X_1	:	Humedad inicial
X_2	:	Humedad final
<i>T</i>	:	Temperatura (k)
MI	:	Mililitros
S	:	Segundos
°C	:	Grados Celsius
Kg	:	Kilogramo
g	:	Gramo
t	:	Tiempo total
h	:	Horas
%	:	Porcentaje
L*	:	Luminosidad
a*	:	Cromaticidad roja/verde
b*	:	Cromaticidad amarilla/azul
ΔE	:	Variación total del color
ANOVA	:	Análisis de varianza
LSD	:	Diferencia mínima significativa
H_o	:	Hipótesis nula
H_a	:	Hipótesis alterna
Aw	:	Actividad de agua

RESUMEN.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de la temperatura, color y propiedades sensoriales en el secado de las hojas de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*). Las hojas de manzanilla fueron recolectadas de los campos de cultivo del Centro Poblado Champacocha, Andahuaylas, Apurímac; el secado de las hojas de manzanilla se realizó en un secador convectivo a 40, 50 y 60 °C, se evaluó la variación del color en el espacio CIELab con un colorímetro triestimulo, asimismo se evaluó las propiedades sensoriales como el color, olor, sabor y apariencia mediante las pruebas afectivas con panelistas no entrenados. Los datos reportados por el color se analizaron a través de un ANOVA, mientras que los datos de las propiedades sensoriales fueron evaluados a través de una prueba Friedman, a un nivel de significancia del 5%. Se observó que la variación de color de las hojas deshidratadas en comparación con las hojas frescas presentó disminución de la luminosidad L^* y del parámetro b^* , mientras que se incrementa a^* ; por otra parte, al comparar el color de las hojas deshidratadas las temperaturas se muestran diferencias estadísticamente significativamente ($p\text{-value} < 0.05$) inverso en L^* y b^* , mientras para el parámetro a^* es directo. Finalmente, las propiedades sensoriales como el color, olor, sabor y apariencia de las hojas de la manzanilla deshidratadas a las temperaturas de estudio, muestran diferencia significativa ($p\text{-value} < 0.05$), y estas fueron afectadas negativamente y únicamente con el incremento de la temperatura del secado.

Palabras claves: Manzanilla, secado, variación de color y propiedades sensoriales.

ABSTRACT.

The present research work aimed to determine the influence of temperature, color and sensory properties on the drying of chamomile (*Matricaria chamomilla*) leaves. The chamomile leaves were collected from the fields of the Champaccocha Village Center, Andahuaylas, Apurímac; The drying of the chamomile leaves was carried out in a convective dryer at 40, 50 and 60 ° C, the color variation in the CIELab space was evaluated with a tristimulus colorimeter, as well as the sensory properties such as color, smell, taste and appearance through affective tests with untrained panelists. The data reported by color were analyzed through an ANOVA, while the data on the sensory properties were evaluated through a Friedman test, at a significance level of 5%. It was observed that the color variation of the dehydrated leaves in comparison with the fresh leaves presented a decrease in the luminosity L^* and the parameter b^* , while it increased to a^* ; On the other hand, when comparing the color of the dehydrated leaves, the temperatures show statistically significant differences (p-value <0.05) inverse in L^* and b^* , while for the parameter a^* it is direct. Finally, the sensory properties such as the color, odor, flavor and appearance of the dehydrated chamomile leaves at the study temperatures show a significant difference (p-value <0.05), and these were negatively affected and only with the increase in the drying temperature.

Keywords: Chamomile, drying, color variation and sensory properties.

CHUMASQA.

Kay llamkay taqwiriymi aypayta munarqa churanapaq churapakuyninta rupapakuynin, llimpi hinaspa musyanapa kaqkuna mansanillapa rapin chakichiypi (*Matricaria chamomilla*). Mansanillapa rapinkuna huñumusqa karqa Champaccocha ayllupi, Antawayllas, Apurímacpi; manzanillapa rapin chakichiymi rurakurqa chay chakichina convectivonisqa chay 40, 50 y 60 °C, llimpiyninpi hukmanyayninta tupuspa qatipakurqa chay CIELab colorímetro triestimulonisqawan, chaynataq chaninchakurqa musyana kaqkunata chay llimpiynin, asnaynin, qatqi miskikayninta hinaspa, rikchayninta, tupuyniytakama llapchapayaspa mana yachachisqa rimaqkunapa ukunta. Yachanapaq kaqkuna willarikamurqa chay llimpiynin karqa qatipasqa ANOVA nisqa chawpinta, ichaqa yachanapaq kaqkuna musyayninta tupusqa qatipasqa karqa prueba Friedmannisqawan, wichariyninpi qawarichirqa 5%. Llimpiriyninpi hukmanyayninta qawarikurqa rapi chakichisqapi tupanachispa uqu utaq apisqa rapiwan qawarichikurqa uraykuyninta sumaq llanlla achkipa kayninta L^* hinaspa yuyay churasqa b^* , chaymanhina yapakurqa a^* ; huklawninmanta rimarispasqa, llimpiyninta tupachispa chakisqa rapikunawan rupapakuynin qawachikun hukmanyariyta riqsiri yupayninpi ($p\text{-value} < 0.05$) inversonisqa chay L^* y b^* , ichaqa yuyay churasqa a^* chayqa direstonisqa. Tukunapaq, musyana kaqkunata chay imayna llimpiynin, asnaynin, miski qatqikaynin, hinaspa yachay qatipaypi, qawachikun mansanillapa rapin chakichisqa rupaypi, qawakun chuymaynin hukmanniraqta ($p\text{-value} < 0.05$), kaykunam karqa nanachisqa mana allin hina hinaspa únicamentenisqa chaylla kanman chakichiypi rupapakuynin yapasqa.

Pisiy rimayllapi riksichiy: mansanilla, chakichiy, llimpiyninpi hukmanyaynin hinaspa musyanapaq kaqkuna .

INTRODUCCIÓN.

La manzanilla (*Matricaria chamomilla*), es una hierba medicinal que está ampliamente utilizada por la población en general, sobre todo por el uso medicinal, de ahí su relevancia debido a que en estos tiempos la automedicación de antibióticos es muy fuerte, por lo que esta planta medicinal contribuye como una alternativa que no genere patologías frente a esta realidad.

Lo cual es muy importante ya que de esto dependerá obtener un producto de calidad, un aspecto crítico durante el secado en la calidad de las hierbas, es la oxidación de la planta lo cual se ve manifestando en la pérdida de color, mostrando un oscurecimiento de las hojas de la manzanilla.

Por lo tanto, la finalidad de esta investigación es encontrar una temperatura adecuada de secado que permita mantener el color y las propiedades sensoriales sin modificación.

La temperatura es un factor importante durante el secado para conservar producto de calidad, el cual nos va permitir conocer las variables tecnológicas adecuadas de la temperatura de secado, de tal forma que obtengamos un producto que conserve sus características sensoriales de color, olor, sabor, aroma y principios activos, facilitando su almacenamiento, transporte y conservación de las hierbas aromáticas (Vizcarra, 1998 p.24).

Por ello la presente investigación tuvo como objetivo general: determinar el color y propiedades sensoriales de las hojas de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*), a diferentes temperaturas de secado. Los objetivos específicos fueron, determinar la influencia de diferentes temperaturas de secado sobre la variación del color de las hojas de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*); Así mismo, determinar la Influencia de diferentes temperaturas de secado sobre las propiedades sensoriales de (color, olor, sabor y apariencia general); de las hojas de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*).

El presente trabajo está contenido por cinco capítulos:

- El primer capítulo lleva por título el problema de investigación y especifica el problema general y específico.

- En el segundo capítulo, titulado como antecedentes de la investigación, contiene todas las investigaciones relacionados con el presente trabajo.
- El tercer capítulo, titula como marco teórico, el cual está contenida de todos los conceptos con respecto al trabajo de investigación.
- En cuarto capítulo, denominado como metodología de la investigación, describe el lugar de ejecución, materiales, población, muestra, muestreo, unidad de análisis, tipo de investigación, métodos de análisis, metodología experimental y el diseño experimental.
- Por último, en el quinto capítulo, se muestra los Resultados y Discusiones para cada objetivo desarrollado, seguido de las Conclusiones, Recomendaciones, Referencias Bibliográficas y los Anexos.

CAPÍTULO I: PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La manzanilla (*Matricaria chamomilla*); es una hierba aromática perenne que se cultiva en la provincia de Andahuaylas, siendo una alternativa de ingreso económico para los productores de la zona, sin embargo, durante la deshidratación de las hojas de la manzanilla se han visto diferentes problemas en cuanto al color, olor, sabor y apariencia y su composición, debido al inadecuado manejo de algunos factores extrínsecos como la temperatura. La existencia de diferentes métodos para el secado de hierbas aromáticas facilita su conservación en cuanto a sus componentes del material fresco y se evita la proliferación de microorganismos y cambios en sus atributos. La temperatura es un factor muy importante durante los procesos de secado para conservar producto de calidad, ya que las plantas aromáticas tienen componentes bioactivos beneficiosos para la salud, una inadecuada manipulación en el secado puede degradar algunos componentes.

La importancia de plantear un sistema real de ingeniería consiste en representarlo de una manera adecuada, de tal forma de lograr una sustitución del sistema real por uno más adecuado para el tratamiento formal o práctico, el cual se pretende usar en el secado de las hojas de la manzanilla, considerando los parámetros de la operación de secado.

Así mismo para considerar la determinación del color y propiedades sensoriales en el secado de las hojas de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*); permite el conocimiento de cómo influyen la variación de la temperatura de 40,50 y 60 C° en el color y propiedades sensoriales, es necesario tener en cuenta el mecanismo de transferencia de agua y de calor, los cuales están influenciados por las variables de proceso tales como: la temperatura, humedad relativa del producto que se pretende secar (FONT QUET, 1982 p.55).

Por otra parte, el incremento de la temperatura puede disminuir el tiempo de secado, sin embargo, podría suceder la excesiva eliminación del agua en las hojas de hierbas aromáticas, por lo que este adquiriría comportamiento de fragilidad además de la pérdida completa, por ese motivo es imprescindible conocer el color y propiedades sensoriales como: color, olor, sabor y apariencia en el secado, y así de esta forma pueda contener una mínima cantidad de agua permisible.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la influencia de la temperatura en el color y propiedades sensoriales en el secado de las hojas de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*)?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la influencia de la temperatura en el color en secado de las hojas de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*)?
- ¿Cuál es la influencia de la temperatura en las propiedades sensoriales (color, olor, sabor y apariencia general), en el secado de las hojas de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*)?

CAPITULO II: ANTECEDENTES

2.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

García (2014), “Estudió la evaluación de los efectos del proceso sobre la calidad de la estevia (*Stevia rebaudiana bertonii*) y la Hierbabuena (*Mentha spicata*)”; utilizó un horno de convección forzada donde estableció cuatro temperaturas de secado, de 40, 50, 60 y 70 °C para la *Stevia rebaudiana* de 30, 40, 50 y 60 °C; para la hierbabuena, en cuanto a la variación de color para la estevia se incrementa a medida que la temperatura aumenta ΔE de color 5.93, 9.60, 10.51 y 10.78. Para la menta ΔE fue 4.64, 4.98, 7.69 y 13.79, el autor determina que el tratamiento que mejor conserva el color es a 40 °C, tanto para estevia y menta.

Cardenas (2009), “Estudió la optimización del proceso de secado de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*) y del toronjil (*Melissa officinalis*); con la unión de comunidades indígenas y campesinas de Juan Montalvo (UCICJUM)”. Determinó la temperatura de 45 °C, en la cual gasta menos energía en llegar al 10% de humedad y conservar los aceites esenciales en un porcentaje de 0.45%.

2.2 ANTECEDENTES NACIONALES

Tonguino (2010), “Investigó en su tesis la determinación de las condiciones óptimas para la deshidratación de dos plantas aromáticas; menta (*Mentha piperita L*) y orégano (*Origanum vulgare L*)”; se determinó el porcentaje de humedad final de la menta y orégano donde determina 5.80% de humedad de la menta, 5.57% de humedad del orégano, así mismo la actividad de agua para la menta de 0.43 a una temperatura de 30 °C, la actividad de agua para el orégano de 0.50 a una temperatura de 30 °C, donde concluyó la determinación del análisis organoléptico para la menta, color a 30 °C con un promedio de 44 demostró que tiene un color a verde claro verde oliva característico de la menta, aroma con un promedio de 47 demostró que tiene un aroma: persistente, aromático y refrescante característico de la menta y el sabor con un promedio de 43 determinó que tiene un sabor agradable.

Palomino (2016), “Estudió de las condiciones de secado sobre la cinética de deshidratación de las hojas de romero (*Rosmarinus officinalis L.*)”; utilizó un secador de bandejas de aire forzado, constituido en la sección de secado por 5 bandejas de 31 x 42 cm, por bandeja fue $120 \pm 0,01$ g y donde estableció con tres temperaturas de secado de 40, 65 y 90 °C y tres velocidades de aire (0,5; 1,5 y 2,5 m/s) para un

total de 9 tratamientos con cuatro repeticiones, evaluó la curva de secado que mejor ajusta son de tipo polinomial, superior a 0,97 en la mayoría de los casos, la temperatura y velocidad de viento tienen efectos significativos sobre el tiempo de secado, así como sus interacciones ($p < 0,05$) entre ambos factores, el aumento de dichas variables significa la reducción del tiempo de secado, no obstante a temperaturas altas y velocidades de aire bajas el producto tiende a sufrir pardeamiento, observándose colores oscuros, este efecto, se recomienda estudiar el comportamiento de los parámetros de calidad de las hojas deshidratadas de romero entre temperaturas de 40 y 65 °C y velocidades de aire entre 0,5 y 1,5 m/s para determinar con mayor exactitud las variables adecuadas para la deshidratación de hojas de romero.

Díaz, C. (2010), "Estudió el efecto del tiempo de secado y de la variedad en las características físico-químicas de la albahaca (*Ocimum basilicum*) seca" El color en las albahacas frescas y secas después del secado presentó una variación de luminosidad de una tonalidad de verde a verde amarillento.

2.3 ANTECEDENTES LOCALES

Galindo (2017), "Estudió el secado de hojas de salvia (*Salvia officinalis*) y su influencia en el color y propiedades sensoriales", a las temperaturas de 40,50 y 60 °C. En los resultados de color de las hojas deshidratada a diferencia de las hojas frescas presentó disminución de la luminosidad L^* y del parámetro b^* , mientras que se incrementa a^* ; en efecto al comparar el color de las hojas de salvia deshidratadas la temperatura y la velocidad de aire muestran efecto significativo ($p\text{-valué} < 0.05$).

Ramírez (2016), "Estudió la evaluación del proceso de secado convectivo de las hojas de hinojo (*Foeniculum vulgare*) a diferentes temperaturas", utilizó estufa de convección forzada con velocidad de aire constante de 1 m/s, con tres temperaturas del secado a 40, 50 y 60 °C. Para evaluar el proceso de secado aplicó un DCA, con un factor y a las temperaturas con 3 niveles. En el registro de la pérdida de peso y la variación de tiempo, donde eliminó la mayor cantidad de agua por lo siguiente obtuvo un porcentaje menor de humedad en un tiempo prolongado. Confirma que el parámetro a^* no existe diferencia significativa ($p > 0.05$) entre el patrón y los tratamientos, pero si, para L^* y b^* .

Gutiérrez (2017), "Estudió la evaluación del proceso de secado en las hojas de romero (*Rosmarinus officinalis*) a diferentes Temperaturas", utilizó estufa de convección forzada con velocidad de aire constante de 1 m/s, utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA), con un factor, con temperatura de 3 niveles (40, 50 y 60 °C), eliminó la mayor cantidad de agua 75.1 %, 60.8 % y 51.56 % en un tiempo de 1.50, 0.83 y 0.33 horas. Por otro lado, en el periodo decreciente eliminó 25. %, 23 % y 16.35 % de agua en un tiempo de 11.66, 2.83 y 1 horas. Igual manera, para las coordenadas de color L*, a* y b*. Para lo cual, compararon los valores de las hojas secadas a 40, 50 y 60 °C con los valores de hoja fresca. En donde observaron que la luminosidad L* aumenta al incrementar la temperatura (P value < 0.05). Para el valor de a* la temperatura no afectó los valores de este para lo cual se presentó valores similares al de hojas fresca. Mientras para el b* observa un incremento con la temperatura, este valor lo determina como color amarillo.

CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO

3.1 BASES TEÓRICAS.

3.1.1 Manzanilla (*Matricaria chamomilla*).

La manzanilla es una excelente hierba, dulce y con sabor a fruta, y con multitud de propiedades. Brunton (2001), menciona que la manzanilla es una planta herbácea, llamada también “camomila”, es una planta anual que crece entre 15 y 50 cm de altura, con escasas hojas muy divididas situadas sobre tallos muy ramificados. Garrido en el (2008); describe que presenta entre 12 a 20 flores terminales con un botón amarillo y abombado en el centro, con pétalos blancos alojados sobre un receptáculo cónico y hueco. Las flores son un poco amargas y fragantes por lo que desprenden un olor característico a manzana, de ahí el nombre de manzanilla.

Originaria de los países de Europa occidental y el norte de Asia; se ha introducido y aclimatado en Grecia, Egipto, roma, Europa central como países Italia, Bulgaria y Rusia. Se cultiva en todo el territorio del noreste, el este y el sureste (Brunton, 2001 p.44).

3.1.2 Clasificación taxonómica de la manzanilla

La manzanilla pertenece a la siguiente clasificación taxonómica según, (Cruz, 2009):

Reino: Plantae

División: Angiospermae

Orden: Synandreae

Clase: Dicotyledones

Familia: Asteraceae

Género: *Matricaria*

Especies: *Matricaria chamomilla* o *matricaria recutita*.

Nombre común: Manzanilla.

3.1.3 Composición química de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*)

La planta de la manzanilla, posee la mayoría de sus compuestos químicos como: cumarinas (umbileferona, herniarina), ácidos fenólicos y lactonas sesquiterpénicas, flavonoides. También se observa la presencia de glucosidos de luteolol así como heterosidos del quercetol y del isoramnetol (flavonoles), apigenina. .

En las infusiones se liberan entre un 10 al 15% del aceite esencial, el cual contiene chamuzuelo formado por la descomposición de una lactona sesquiterpénica, la matricina. Además de diversos sesquiterpenos con esqueleto bisabolol: (-)- α -bisabolol, óxidos A y B de (-)- α -bisabolol y oxido A de (-)- α -bisabolona. Estos sesquiterpenos representan hasta el 50% del aceite esencial (Brunton, 2001 p.44).

3.2 Tipo de Manzanilla.

a) Manzanilla dulce (*Matricaria recutita*).

Planta anual, herbácea, que puede alcanzar 50 cm de altura con hojas divididas de segmentos estrechos. Las flores forman una cabezuela amarilla hueca con lígulas blancas. Florece en primavera y vive cercana a tierras cultivadas y en barbechos. También es frecuente encontrarla cultivada en huertos y jardines. Es la manzanilla más frecuentemente usada, sobre todo hacia la mitad sur y este de España (Fitoterapia, 2006 p.146).

b) Manzanilla amarga (*Chamaemelum nobile*).

Planta perenne, hemicriptofítica, que puede alcanzar 30 cm, con tallos rizomatosos y hojas divididas. Las cabezuelas suelen salir aisladas al final de un escapo y son amarillentas y macizas con lígulas blancas florece a fines de primavera o verano y se encuentra en lugares pastoreados o bordes de prados. Aunque la droga admitida por la farmacopea es de la variedad doble cultivada de esta especie, en las zonas rurales de España siempre se recoge en el monte (Fitoterapia, 2006 p.150).

c) Manzanilla fina (*Matricaria aurea*).

Planta anual, en general rastrera o que no sobrepasa que puede alcanzar 20 cm, con tallos débiles y hojas divididas. Las cabezuelas son amarillo-verdosas y no tienen lígulas. Florece a fines de invierno o comienzos de primavera y vive en lugares de pisoteo, en caminos y cañadas o en calles terrizas de los pueblos. Especie muy apreciada hacia la mitad de sur de España. (Fitoterapia, 2006 p.150).

d) Manzanilla de Moncayo (*Achillea millefolium*).

Hierba perenne de unos que puede alcanzar 50cm, con hojas compuestas hasta tres veces divididas, con segmento lineares, cilíndricas. Flores en corimbos de cabezuelas con lígulas blancas y flósculos blanquecinos. Especie muy común y extendida por los herbazales de lugares pedregosos y en claros de bosques de toda la península ibérica. También se denomina camamilla; el nombre de manzanilla de moncayo se debe a colmeiro (Fitoterapia, 2006 p.151).

e) Manzanilla (*Tanacetum parthenium*).

Planta herbácea, perenne con anchas hojas verdes muy divididas y capítulos como pequeñas margaritas amarillas en el centro por sus flores flosculadas y con lígulas blancas alrededor. Planta probablemente introducida en la península ibérica, oriunda del este de la región mediterránea, pero que se encuentra asilvestrada sobre todo hacia el norte, ya que vive en ambientes húmedos y algo metrificados (Fitoterapia, 2006 p.151).

f) Manzanilla de Magina (*Erodium crispum*).

Es la única manzanilla importante que no pertenece a la familia de las compuestas, sino a la de las geraniáceas. Se trata de una planta camefítica con gruesa raíz y hojas divididas, que recuerdan a las de otras manzanillas. Vive en roquedos calizos en las montañas del este y sur de la península ibérica y también en el norte de África. Se utiliza como tal exclusivamente en los alrededores de Sierra Magina, provincia de Jaén. Recoge a fines de primavera o verano, cuando está en flor o en fruto. Es muy apreciada en la región (Fitoterapia, 2006 p.151).

g) Manzanilla del Pirineo (*Santolina chamaecyparissus*).

Camefito con hojas cilíndricas muy divididas y algo blanquecinas y capítulos amarillos con flores flosculadas que nacen en escapos. Se trata de una planta basófila que vive en matorrales sobre suelos ricos en bases sobre todo en la mitad este de la península ibérica. En el alto Aragón se la denomina manzanilla del Pirineo y en otros lugares manzanilla amarga o salvaje, o simplemente manzanilla (Fitoterapia, 2006 p.152).

3.2.1 Manzanilla común (*Matricaria chamomilla*).

Conocida desde siempre como antiespasmódico por vía interna y como antiinflamatorio por vía tópica, además de cicatrizante; el poder antiinflamatorio es debido a una sustancia llamada azuleno, que forma en gran cantidad en el proceso de destilación de la manzanilla (en cosmética es mucho más útil el aceite esencial que los extractos), de aquí su gran utilidad en la prevención y resolución de reacciones alérgicas (Huachi, 1999 p.20).

✓ **Matricaria chamomilla.** Desde hace milenios, es usada como estimulante digestivo, antiespasmódico, antiinflamatorio e inhibidor de la secreción gástrica contra los disturbios gastrointestinales, contra las úlceras estomacales, cólicos, diarreas, acidez, indigestiones, fermentaciones y flatulencias. También está indicada como antihemorroidal. Tiene actividad sedativa y tranquilizante del sistema nervioso. Es antipirética. Tiene propiedades antioxidantes y regula estados de angustia. La manzanilla es una de las hierbas más difundidas para uso medicinal, por sus cualidades benéficas para la salud y muchas otras propiedades (Huachi, 1999 p.21).

✓ **Descripción botánica**

Es un arbusto que puede alcanzar 60 cm de altura. Las hojas son sésiles profundamente divididas en lacinias muy finas, filiformes y con las ramitas terminales en cabezuelas de botón amarillo dorado y lígulas blancas. Los capítulos son pequeños largamente pedunculados, con receptáculo cónico hueco, rodeado de un involucre imbricado y aplastado; las flores periféricas son femeninas, liguladas. Las flores centrales son hermafroditas, amarillas, tubulosas. El fruto es un aquenio muy pequeño, verdoso- amarillento. Las cabezuelas florales tienen un olor específico agradable y un sabor amargo (Muños, 2002 p.30).

Es una planta herbácea anual, que crece hasta 40 cm de alto. Cabezuelas florales son de 2 a 5 cm de ancho, tallo erecto, hojas sésiles. Tienen un olor agradable (Huachi, 1999 p. 23)

3.2.2 Propiedades curativas de la manzanilla.

Pamplona (2006), menciona que la manzanilla, gracias a sus propiedades medicinales viene siendo cultivadas en diferentes lugares, dónde podemos describir algunas de sus propiedades:

- **Antiinflamatorio:** Las infusiones también se aplican en forma de compresas sobre eccema, erupciones y otras afecciones de la piel.
- **Sedante y antiespasmódica:** Resulta muy útil contra los espasmos del estómago e intestino debido a nerviosismo o ansiedad. También se administra en cólicos de todo tipo, especialmente en los renales y biliares mal llamados hepáticos.
- **Analgésica:** Calma los dolores de cabeza y algunas neuralgias.
- **Tónico intestinal y carminativo:** Su acción consiste en regular y normalizar el funcionamiento intestinal carminativo, Alivia las náuseas y vómitos, y estimula ligeramente el apetito.
- **Emenagoga:** Estimula la función menstrual, normalizando su cantidad y periodicidad. Por lo que alivia los dolores de la regla.
- **Febrífuga y sudorífica:** Al hacer bajar la temperatura y provocar la transpiración, conviene a los enfermos febriles, especialmente a los niños.
- **Antialérgica:** Se emplea en el asma, la rinitis y la conjuntivitis alérgicas. Para obtener buenos resultados se recomienda combinar la aplicación interna (tisanas) con la externa (colirios, irrigaciones nasales).
- **Cicatrizante y antiséptica:** Se la utiliza para lavar todo tipo de heridas, úlceras e infecciones de la piel. Los lavados anales con su infusión, desinflama las hemorroides.
- **Antirreumática:** El aceite de manzanilla se usa en fricciones contra el lumbago, tortícolis, dolores reumáticos y contusiones.

Fuente: Pamplona, (2006).

3.3 Secado.

Es un método de conservación de alimentos y de la remoción de cantidad de agua relativamente pequeña de cierto material. En el secado se ocasiona la evaporación, que consiste en la eliminación de cantidades de agua; además, allí el agua se elimina en forma de vapor, por lo que el secado es un método de conservación que permite eliminar una gran cantidad de agua de los alimentos impidiendo cualquier actividad microbiana o enzimática que deteriore el producto (Geankoplis, 1998 p.9).

El secado, se conoce como deshidratación, la operación mediante la cual se elimina total o parcialmente el agua de la sustancia que la contiene. Esta definición puede ser aplicada a sólidos, líquidos o gases. En el proceso de secado el calor puede ser

transferido por tres medios: convección, conducción y radiación (Pozo, 2011). El primero de ellos es el más utilizado en el secado comercial y consiste en la migración de humedad del interior del producto al exterior, la superficie, donde se evapora (Akyildiz et al., 2004). Además, muchas de las enzimas que causan los cambios químicos en alimentos y otros materiales biológicos no pueden funcionar sin agua. Sin embargo, generalmente es necesario reducir este contenido de humedad por debajo del 5 % en peso en los alimentos (Geankoplis, 2007 p.11).

3.3.1 Formas de transferencia de calor:

Es la trasmisión de energía solar que tenemos que aprovechar por convección, conducción o radiación, en algunos casos por una combinación de ellos (Mujumdar, 2006). A continuación, se explica brevemente cada elemento:

- **Conducción.**

Es la transferencia de calor que se origina a través de un medio material en contacto directo de tal manera que los átomos ingresen, cuando existe una diferencia de temperatura en virtud del corriente de su micro partículas. El medio puede ser sólido, líquido o gaseoso, aunque en líquidos y gaseoso solo se da la conducción pura si se excluye la posibilidad de convección. La cantidad de calor que se transfiere por conducción, se da por la ley de Fourier. Esta ley afirma que la velocidad de conducción de calor a través de un cuerpo por unidad de sección transversal, es proporcional al gradiente de la temperatura que existe en el cuerpo (Fito et al., 2001 p.8).

- **Convección.**

Es la transferencia de calor por conducción, debido al movimiento molecular, a la que se superpone la transferencia de energía por el movimiento de fracciones del fluido que se mueven accionadamente por una fuerza externa, que puede ser un gradiente de densidad (convección natural), o una diferencia de presión producida mecánicamente (convección forzada) o una combinación de ambas. La cantidad de calor transferido por convección se rige por la ley de enfriamiento de Newton (Fito et al., 2001 p. 12).

- **Radiación.**

Es la energía emitida por la materia que logra inculpar a cambios en las comercializaciones electrónicas de las partículas o elementos. En distancia de un medio, existe un cambio neto de calor por radiación entre ambas superficies a diferentes temperaturas, debido a que todas las superficies con temperatura finita emiten energía en forma de ondas electromagnéticas. El calor emitido por una superficie en la unidad de tiempo, se da por la ley de Stefan y Boltzmann (Mujumdar, 2006 p.8), se muestra en la Figura 1.

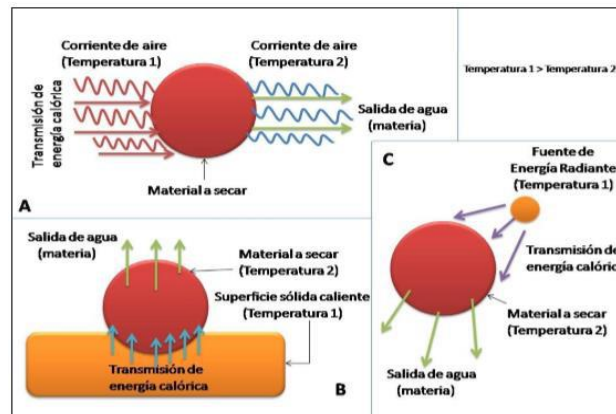


Figura 1. Representación conceptual de los mecanismos de transferencia de calor:

A. Convección; B. Conducción; C. Radiación.

Fuente: (Mujumdar, 2006).

3.3.2 Métodos de secado:

Es un método de conservación de alimentos. El secado de alimentos mediante el sol y el viento para evitar su deterioro ha sido practicado desde la antigüedad. El agua suele eliminarse por evaporación (secado al aire, al sol, ahumado o al viento); pero, en el caso de la liofilización, los alimentos se congelan en primer lugar y luego se elimina el agua por sublimación. Sea en forma natural o mecánica (Muñoz ,1996 p. 9).

- **Secado natural.**

Este método se realizó en un contexto atmosférico adecuado baja humedad relativa y temperaturas elevadas; cabe indicar que el secado natural requiere poco gasto y es sencillo de realizar. El producto se extiende en capas delgadas sobre las bandejas

que se exponen al aire libre durante algunos días, teniendo la precaución de removerlos frecuentemente y de cubrirlos o guardarlos.

- **Secado mecánico.**

Singh y Heldman, (2001), indican que el secado artificial o mecánico, al controlarse las variables del tratamiento, en el lapso de unas horas, es posible obtener un producto homogéneo y de excelente calidad comercial. Hay diversos métodos para deshidratar, que pueden clasificarse de la siguiente manera:

- ✓ Liofilización.
- ✓ Secado por contacto directo con una superficie caliente.
- ✓ Secado por aire caliente.
- ✓ Secado por aporte de energía de una fuente radiante de microondas.

Fuente: (Singh y Heldman, 2001).

3.3.3 Mecanismo de secado.

En los estudios más teóricos se pone énfasis en los mecanismos de transferencia de energía y de materia, por lo tanto, en un proceso de secado hay intercambio simultáneo de calor y masa, entre el aire del ambiente caliente y el sólido a secar. El secado es una operación de transferencia de masa de contacto gas-sólido, donde la humedad contenida en el sólido se transfiere por evaporación hacia la fase gaseosa, con base a la diferencia entre la presión de vapor ejercida por el sólido húmedo y la presión parcial de vapor de la fase gaseosa. En consecuencia, en este fenómeno complejo que involucra la transferencia de materia y calor cuando un sólido húmedo es sometido a un secado térmico ocurren dos procesos simultáneamente (Fito *et al.*, 2001 p.10):

- **Condiciones externas.**

Durante la transferencia de calor se pretende eliminar el agua en forma de vapor de la superficie de la partícula, algunas condiciones juegan un papel importante como son: la temperatura, flujo del aire y humedad, área de superficie expuesta al calor y presión. Puesto que estas condiciones durante la etapa inicial del secado son importantes para remover la humedad de la superficie. En algunos materiales el exceso de evaporación en la superficie puede causar encogimiento, esto después de que la humedad inicial ha sido removida dando lugar a altos porcentajes de humedad

del interior hacia la superficie, formando tensiones dentro del material ocasionando deformaciones (Frazier, 2003 p.13).

- **Condiciones internas.**

Los factores que pueden determinar la rapidez de secado son: la temperatura, su contenido de humedad y la naturaleza física dentro de la partícula. Durante la transferencia de calor hacia un material húmedo, en lo cual el gradiente de temperatura se genera dentro del material mientras la evaporación de la humedad ocurre dentro de la superficie. La evaporación hace que la humedad del material vaya desde el interior hacia la superficie, lo cual sucede a través de mecanismos como son: difusión, flujo capilar, presión interna causada por el encogimiento durante el secado. En el proceso de secado cualquiera de los dos subprocesos descritos puede ser el factor limitante que gobierne la velocidad de secado, a pesar de que ambos subprocesos ocurren simultáneamente durante este ciclo (Frazier, 2003 p.13).

3.3.4 Factores que regulan el secado.

Los factores más importantes en el secado son: Temperatura, humedad relativa del aire y velocidad del aire. El control inadecuado de estos factores determina la aparición de endurecimiento externo debido a la rapidez de evaporación de la humedad superficial, dando por resultado una película superficial dura, de aspecto queratinoso e impermeable que impide que el alimento se siga secando (Frazier, 2003 p.11).

3.4 Definiciones de términos asociados al secado:

3.4.1 Contenido de Humedad.

El contenido de humedad de un material suele expresarse como porcentaje del peso del material seco. Si un material se expone al aire a una temperatura y humedad dadas, dicho material perderá o ganará agua hasta que se establezcan unas condiciones de equilibrio (Frazier, 2003 p.40).

3.4.2 Contenido de humedad, base seca (hbs).

Es la que expresa la humedad de un material como porcentaje del peso del sólido seco. Se define como:

$$hbs = \frac{m_{agua}}{m_{ss}} \dots\dots\dots (Ec.01)$$

Dónde:

m_{ss} = solido seco

m_{agua} = masa del agua.

3.4.3 Contenido de humedad, base húmeda (hbh).

Es la que expresa la humedad de un material como porcentaje del peso del sólido mojado.

$$hbs = \frac{m_{agua}}{m_{agua}+m_{ss}} \dots\dots\dots (Ec.02)$$

Dónde:

m_{ss} = solido seco

m_{agua} = masa del agua

Relacionando humedad en base húmeda y en base seca se obtiene.

$$hbs = \frac{hbs}{1+hbs} \dots\dots\dots (Ec.03)$$

$$hbs = \frac{hbs}{1-hbs} \dots\dots\dots (Ec.04)$$

Resulta ser muy útil expresar el contenido de humedad en base seca, debido a que el denominador de su ecuación es un valor constante en todo el sistema. En un sólido puede encontrarse presente la humedad de las formas siguientes (Warren *et al.*, 1991, p.40):

3.4.4 Humedad ligada.

Se refiere a la humedad contenida en una sustancia que ejerce una presión de vapor en el equilibrio menor que la del líquido puro a la misma temperatura.

3.4.5 Humedad no ligada.

Se refiere a la humedad contenida en una sustancia que ejerce una presión de vapor en el equilibrio igual a la del líquido puro a la misma temperatura.

3.4.6 Humedad de equilibrio (x*).

Humedad del sólido cuando su presión de vapor se iguala a la presión de vapor del gas, el grado de presión de vapor que ejerce la humedad contenida en un sólido

húmedo depende de la naturaleza de la humedad, sólido y la temperatura (Treybal, 2000), en efecto el contenido de humedad de equilibrio de un sólido disminuye al aumentar la temperatura (Geankoplis, 1998). En consecuencia, los materiales tienden a perder o ganar humedad durante un periodo para que alcancen este valor (Sharma, Mulvaney y Rizvi, 2003). En el secado de materiales sólidos la humedad del sólido que sale del secadero no puede ser inferior al contenido de humedad de equilibrio (Warren *et al.*, 1991 p.59).

3.4.7 Humedad libre (X)

Es la humedad del sólido que está en exceso con relación a la humedad de equilibrio. Es ésta la humedad que se puede evaporar y depende de la concentración de vapor en la corriente gaseosa. El agua libre es la diferencia entre el contenido total de agua del sólido y el contenido de agua en el equilibrio (Warren *et al.*, 1991).

$$X = \frac{\text{peso inicial} - X^* - m_{ss}}{m_{ss}} \dots\dots\dots (Ec.05)$$

Dónde:

m_{ss} = sólido seco

X^* = humedad de equilibrio.

3.5 Curva de secado

La curva de secado, es la evolución en el contenido de humedad en base seca del producto con el transcurso del tiempo. Gráficamente se representa como el contenido en humedad del material (XW) frente al tiempo transcurrido desde que se inicia la operación de secado (t).

En la Figura 2, se muestra una curva de secado típica de materiales muy húmedos en la que se observan tres zonas características (Fito *et al.*, 2001):

- ✓ Una primera zona A, en la cual la pendiente de la curva aumenta ligeramente con el tiempo y se denomina periodo de inducción.
- ✓ Otra zona B, de pendiente constante, es decir la eliminación de agua presenta un incremento proporcional con el tiempo.
- ✓ Y una tercera zona C, en la cual la pendiente disminuye con el tiempo.

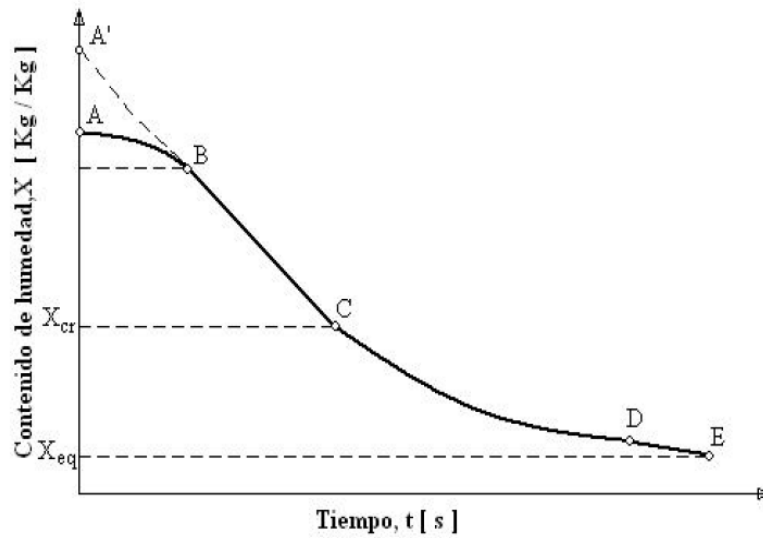


Figura 2. Curva de secado

Fuente: (Geankoplis, 1998)

Por lo tanto, la pendiente de la curva de secado (dX_w/dt) nos da la velocidad de secado, en la que también pueden diferenciarse las tres zonas definidas anteriormente como puede verse en la Figura 2, así como su correspondencia con la curva de secado (Fito *et al.*, 2001 p.14).

3.6 Cinética de secado.

La cinética de secado es evaluar controlando la pérdida de peso de una muestra en función del tiempo (López *et al.*, 2003). Se usa frecuentemente para describir los mecanismos microscópicos y macroscópicos de transferencia de calor y masa durante el secado, y es afectada por las condiciones de secado, tipos de secador y características de los materiales a ser secados. Los modelos de cinética de secado son esenciales para el diseño de equipo, optimización de proceso y mejoramiento de la calidad del producto (Giri y Prasad, 2007 p.37).

3.7 Parámetros del secado:

Los parámetros que influyen en el proceso de secado es decir tiempo de secado son: Humedad relativa, humedad inicial de producto, humedad de equilibrio del producto (Ibarz *et al.*, 2005).

3.7.1 Temperatura del secado.

La temperatura, es una magnitud física que indica la energía interna de un cuerpo, de un objeto o del medio ambiente en general, medida por un termómetro. Cuanto mayor sea la diferencia de temperatura entre el medio de calentamiento y la muestra, mayor será la velocidad de transferencia de calor (Ibarz et al, 2005 p.28).

Es una propiedad que se percibe como nuestra respuesta fisiológica a lo que es caliente o frío (Singh y Heldman, 2001).

3.7.2 Temperatura del aire.

La temperatura del aire desempeña un papel importante en los procesos de secado. En forma general, conforme se incrementa su valor se acelera la eliminación de humedad dentro de los límites posibles. En la práctica de secado, la elección de la temperatura se llevó a cabo tomando en consideración el producto que se vaya a someter al proceso.

Existen diversos niveles de temperaturas que se mantienen durante el proceso de secado:

- Temperatura de bulbo seco: es aquella del ambiente, se mide con instrumentación ordinaria como por ejemplo un termómetro de mercurio (Ibarz et al, 2005).
- Temperatura de bulbo húmedo: es la temperatura de equilibrio que se alcanza cuando la mezcla de aire seco y vapor de agua pasa por un proceso de enfriamiento adiabático hasta llegar a la saturación (Ibarz et al, 2005, p.104).

3.7.3 Velocidad del secado.

Se define como el parámetro que relaciona la cantidad de agua que se elimina durante un tiempo determinado en un área de secado definida. Cuando se secan los alimentos, pierden agua a velocidad constante hasta que están completamente secos. Por el contrario, a medida que prosigue el contenido de humedad por exposición de una muestra húmeda a una corriente de aire. La muestra usualmente es suspendida en un gabinete o ducto. Para secar la muestra se utiliza una corriente de aire a temperatura, humedad, velocidad y dirección de flujo constante que cruza a través de la misma (Fito et al, 2001 p.31).

3.7.4 Velocidad del aire.

Es la rapidez de transmisión de energía requerida para calentar el agua contenida en el material y transportar la humedad saliente del material hacia el exterior del secador (Díaz, 2009 p. 16).

3.7.5 Actividad del agua.

La actividad del agua, es un parámetro que indica la disponibilidad de agua en un alimento para que exista reacciones bioquímicas y desarrollo microbiano (Fennema, 2000); por lo tanto, es un parámetro importante para predecir la vida útil de un alimento, sin embargo, el nivel óptimo de a_w , es diferente en cada producto (Schuchmann & Schuchmann, 2005). En consecuencia, un nivel de actividad de agua ($>0,6$) puede aumentar riesgos de deterioro microbiano, mientras el secado sea excesivo reduce la calidad del producto a través de la oxidación lipídica, pardeamiento enzimático y no enzimático (Argyropoulos & Müller, 2014 p.22).

3.8 El colorante en los alimentos.

Los colores de los alimentos se deben a distintos compuestos, principalmente orgánicos, algunos que se producen durante su manejo y procesamiento, y otros que son pigmentos naturales o colorantes sintéticos añadidos. Cuando se someten a tratamientos térmicos, los alimentos desarrollan tonalidades que van desde un ligero amarillo hasta un intenso café. Mediante las reacciones de Maillard y de caramelización; en otras ocasiones, los pigmentos que contienen se alteran y cambian de color (Badui, 2006, p 41).

Según Bello (2008), las causas que definen la coloración de un alimento son los siguientes (p. 41):

- ✓ La presencia de pigmentos o colorantes naturales
- ✓ La formación de pigmentos colorantes como consecuencia de reacciones químicas o enzimáticas
- ✓ La adición intencionada de sustancias químicas colorantes
- ✓ El efecto físico de los sistemas fisicoquímicos presentes en el alimento y relacionado con la dispersión de la luz.

3.9 Factores en la captura del color en un alimento.

a) El iluminante.

El color es una propiedad de la materia que se relaciona directamente con el espectro de la luz. Por lo tanto, se puede medir físicamente en términos de la energía radiante o la intensidad, y por la longitud de onda (Badui, 2006 p.45).

b) El espectro del color.

El color también es provocado al incidir una radiación electromagnética sobre el alimento. La absorción de fotones provoca el paso de electrones a niveles energéticos superiores y resulta en una diferencia neta de energía que determina la longitud de onda de la radiación absorbida. Si ésta se encuentra en el intervalo del espectro visible, la radiación que sale del alimento (transmitida si es transparente o reflejada si es opaco) tiene una distribución distinta a la incidente, o lo que es lo mismo, un color diferente al del iluminante utilizado (Perea et al., 2002 p.42).

c) El observador.

La percepción del color comienza por el observador. Cuando el ojo humano mira un objeto expuesto a la luz incidente, la intensidad energética de la luz que percibe no es la reflejada por el objeto, sino la que resulta de multiplicar, para cada longitud de onda, la energía del espectro de reflexión del objeto por el valor de la visibilidad relativa a la misma longitud de onda. Luego, la intensidad luminosa de un objeto, tal como la percibe el ojo humano, se llama claridad. En la práctica el problema es aún más complejo, pues el ojo percibe al mismo tiempo la luz incidente y la reflejada (Albertí, 2000 p. 43).

d) El entorno.

El entorno de las mediciones del color es también un factor determinante. La forma, el tamaño y el color del fondo sobre el que se halla la muestra, pueden ejercer un importante efecto de contraste, modificando la sensación que produce un determinado color sobre el observador (Calvo y Durán, 1997 p.44).

3.10 Sistema de medición de color.

a) Sistema Munsell.

Este sistema desarrollado por Albert H. Munsell, cuya primera publicación data de 1905, pone de relieve su afán por establecer una base científica a la especificación de los colores (Rettig y Hen, 2014). Este Sistema se basa en asignar valores

numéricos a las tres propiedades del color: matiz, valor y croma. Las muestras de 18 color adyacentes representan intervalos iguales de la percepción visual (X-Rite, 2002 p.20).

Los sistemas de color actuales se basan en instrumentos que utilizan las matemáticas para ayudarnos a evaluar el color. Para ver el color se requieren tres cosas: una fuente de luz (iluminante), un objeto (muestra) y un observador/procesador (X-Rite, 2002 p.18).

b) Sistemas CIE.

La CIE ha desarrollado los sistemas más importantes y las más utilizadas en la actualidad para la descripción y medición del color, los cuales se basan en la utilización de fuentes de iluminación y observadores estándares (Giese, 1995 citado por Mathias, 2014). Los sistemas CIE usan tres coordenadas para ubicar un color en un espacio de color. Estos espacios de color incluyen CIE XYZ, CIE L*a*b* y CIE L*C*h° (Rettig y Hen, 2014 p.18).

c) Sistema Hunter.

Tomando como base la teoría de los colores oponentes de Hering, que dice que la respuesta de los conos rojos, verdes y azules se re-mezclan en sus codificadores opuestos a medida que se desplazan a lo largo del nervio óptico hasta el cerebro, Hunter desarrolló en 1948 el sistema L, a. Este nuevo sólido de color denominado Hunter Lab tiene una superficie uniforme de color definida por tres coordenadas rectangulares: L (luminosidad) donde 0 es el negro y 100 es el blanco, a (rojo-verde); los valores positivos para rojo, negativos para verde y 0 el neutro y b (eje amarillo-azul) valores positivos para amarillo, negativos para azul y 0 el neutro (Calvo y Durán, 1997 p.44).

d) Valores de cromaticidad.

En las escalas de cromaticidad existe un inconveniente, que los valores de triestímulares tienen un uso limitado como especificaciones de color porque no corresponden de una manera fiel a los atributos visuales. Mientras que Y corresponde a la claridad, X y Z no se correlacionan con matiz (tono) o croma (XRite, 2002 p. 24).

3.11 Variación del color.

Es una de las principales características de calidad de los alimentos y la principal característica perceptible por el consumidor. El espacio de color $L^* a^* b^*$ (también referido como CIELAB), es uno de los espacios de color más usados para medir la composición cromática de un objeto y es ampliamente utilizado en todos los campos, el color de un objeto no luminoso es la combinación de las longitudes de onda de la luz reflejada por su superficie (Claude, 2004 p. 24).

El espacio de color $L^* a^* b^*$ (también referido como CIELAB), es uno de los espacios de color más usados para medir la composición cromática de un objeto y es ampliamente utilizado en todos los campos. Es un espacio de color definido por la CIE en 1976 con el fin de reducir uno de los principales problemas del espacio original en color $Y x y$. En este espacio de color, L^* indica, la luminosidad, a^* y b^* las coordenadas de color; en la Figura 3, se muestra el color en $a^* b^*$ desde el plano horizontal un valor de L^* constante y en la Figura 4, que indica, la dirección de color: $+a^*$ es la dirección del rojo, $-a^*$ es la dirección verde, $+b^*$ es la dirección del amarillo y $-b^*$ es la dirección azul, (Konica y Minolta, 2007 p.20).

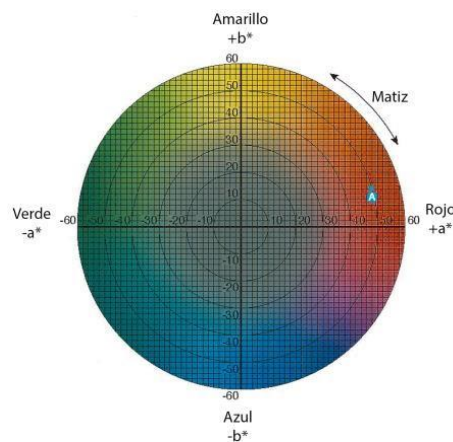


Figura 3. Representación en el plano horizontal del espacio de color $L^* a^* b^*$.

Fuente: Konica y Minolta, (2007).

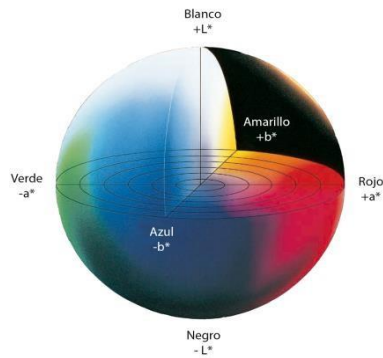


Figura 4. Representación tridimensional del espacio de color L*a*b*.

Fuente: Konica y Sensing, (2007).

En el espacio $L^* a^* b^*$, la diferencia del color puede ser expresada en un valor numérico ΔE^*_{ab} , el cual indica la magnitud entre dos colores; pero, no indica la saturación, el tono y la luminosidad; el ΔE^*_{ab} está definido por la ecuación 6, en la Figura 5, explica mejor este concepto; para analizar la diferencia total en la luminosidad, la saturación y el tono entre dos colores, es útil calcular la medida del tono entre el color de referencia y el observado usando la ecuación 7 (Konica y Minolta, 2007 p.20).

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \dots\dots\dots(\text{Ec.06})$$

Donde ΔL^* , Δa^* , Δb^* es la diferencia entre $L^* a^* b^*$ de la referencia y $L^* a^* b^*$ de comparación.

$$\Delta H^*_{ab} = \sqrt{(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2} \dots\dots\dots(\text{Ec.07})$$

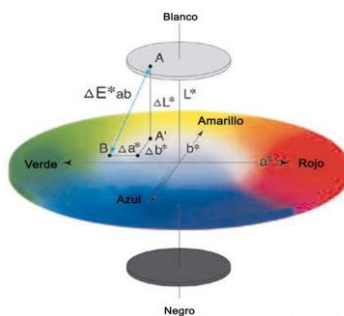


Figura 5. Diferencia del color en el espacio L* a b*.

Fuente: Konica y Sensing, (2007).

La diferencia en el ángulo de tono ΔH_{ab}^* entre el color observado y el de referencia puede ser correlacionada con diferencias visuales del tono percibido. La diferencia de saturación $\Delta^{\circ} C^*_{ab}$ ($[C^*_{ab}]_{observado} - [C^*_{ab}]_{referencia}$) puede ser relacionado con diferencias de saturación percibido visualmente. La medida de color C^* y del ángulo de tono h se definen por las ecuaciones (8) y (9) (ASTM). Que muestra para apreciar el concepto en la Figura 6.

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \dots\dots\dots (Ec.08)$$

$$h = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \dots\dots\dots (Ec.09)$$

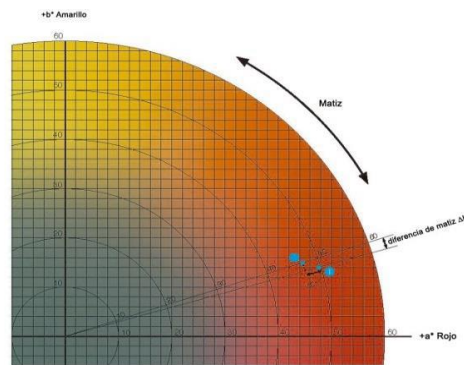


Figura 6. Diagrama de cromaticidad.

Fuente: Konica y Sensing, (2007).

La diferencia de tono es positiva (+) si el ángulo h del observado es mayor al de referencia, es negativa (-) si el ángulo h del observado es menor a la referencia (Konica, 2007 p.22).

3.11.1 Colorimetría.

La colorimetría es un método óptico que se basa en la comparación del color usando el ojo humano como detector;(Olsen, 1986). Estos métodos se basan específicamente en la geometría y distribuciones espectrales de tres elementos: La fuente de luz, la reflectividad de la muestra y la sensibilidad visual del observador (Ogles, 2008 p.28).

3.11.2 CIELAB.

La CIE $L^*a^*b^*$ es el modelo cromático usado normalmente para describir todos los colores que pueden percibir el ojo humano. Los asteriscos (*) que siguen a cada letra

forman parte del nombre, ya que representan los tres parámetros ($L^*a^*b^*$) del modelo (Valero, 2012 p. 82):

L^* : Luminosidad, expresada como porcentaje (desde el 0 que indica negro hasta el 100 que indica blanco).

a^* : Posición del color, que va desde verde al rojo (los valores negativos indican verde mientras que los valores positivos indican rojo).

b^* : Posición entre amarillo a azul (valores negativos indican azul y valores positivos indican amarillo).

3.12 Propiedades sensoriales:

Propiedades sensoriales, es una ciencia multidisciplinaria científica en la que participan panelistas humanos que utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios, y de muchos otros materiales. No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre los alimentos (Elías et al; 1992). A su vez, (Heymann y Lawless, 2010); mencionan que la evaluación sensorial está comprendida por un conjunto de técnicas que sirven para la medición precisa de las respuestas humanas a los alimentos y minimiza los efectos potencialmente que pueden sesgar la identidad de la marca y otras influencias de información sobre la percepción del consumidor.

“sensorial”. Debe ser practicado por un grupo de personas denominados “equipo de degustadores”, “panel sensorial”, “panel de jueces”.

Las propiedades sensoriales tienen múltiples aplicaciones en alimentos. Puede ser utilizada para el desarrollo de productos o el mejoramiento de los ya existentes, para efectuar cambios en el proceso (Espinoza, 2007). Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos. Hay algunas propiedades (atributos) que se perciben por medio de un solo sentido, mientras que otras son detectadas por dos o más sentidos. (Morales, 1994). A continuación se describen algunos atributos.

a) Sabor.

Es la sensación que producen los alimentos u otras sustancias en el gusto. Dicha impresión está determinada en gran parte por el olfato, más allá de la respuesta del paladar y la lengua a los componentes químicos. Por eso, cuando una persona está congestionada siente que los alimentos no tienen sabor, el sabor es lo que diferencia a un alimento de otro y no el gusto; ya que, si se prueba un alimento con los ojos cerrados y la nariz tapada, solamente se podría juzgar si es dulce, salado, amargo o ácido (Claude, 2004 p. 24).

Este es muy complejo, ya que combina tres propiedades: el aroma, el olor y el gusto. El sabor es una suma de las tres características; y por lo tanto su apreciación y medición son más complejas que las de cada propiedad por separado. El sabor es lo que diferencia a un alimento de otro y no el gusto, ya que si se prueba un alimento con los ojos cerrados y la nariz tapada, solamente se podría juzgar si es dulce, salado, amargo o ácido. Las papilas gustativas de la lengua registran los cuatro sabores básicos: dulce, ácido, salado y amargo, en determinadas zonas preferenciales de la lengua, así lo dulce en la punta, lo amargo en el extremo posterior y lo salado y ácido en los bordes (Sancho Valls, Bota, & De Castro J., 2002 p.25).

b) Color.

Esta propiedad es la percepción de la luz de una cierta longitud de onda reflejada por un objeto. El color es la cualidad de la sensación provocada en la retina de un observador por ondas luminosas. El cual resulta de la interacción de la luz en la retina y un componente físico que depende de las características de la luz (Sancho Valls, Bota y Castro J., 2002).

c) Olor.

Es la separación por medio de la nariz de sustancias volátiles liberados en los objetos. (Claude, 2004, p. 24). Con relación a las pruebas que pueden ser utilizadas existen diversas formas de clasificarlas, aunque todos los autores coinciden en que estas se dividen en dos grandes grupos: Pruebas analíticas, pruebas afectivas y pruebas de aceptabilidad (Huachi, 1999).

Con relación a las pruebas que pueden ser utilizadas existen diversas formas de clasificarlas aunque todos los autores coinciden en que estas se dividen en dos grandes grupos: Pruebas analíticas, Pruebas afectivas y Pruebas de aceptabilidad.

Cualquiera que sea la prueba que se vaya a emplear, es necesario que los jueces entiendan la necesidad de efectuar la misma de la manera más objetiva posible, demuestren su capacidad para seguir las instrucciones y ejecuten la misma de manera correcta (Sancho Valls, Bota, & De Castro J., 2002 p. 21).

d) Apariencia general.

La apariencia es la percepción del tamaño, forma y color de los alimentos y sus características con opacidad, transparencia y brillo son apreciados a través del sentido de la vista (Watts et al. 2001).

La apariencia pasa por los estereotipos, en el que la persona si se viste de una manera determinada será categorizada, por ende las apariencias lo que hacen es estandarizar a las personas en casillas, un ejemplo de esto es que si se ve a un hippie este necesariamente tendrá que ser sucio, o si se ve a un rockero este necesariamente será violento, o si se ve a una persona que solo usa cosas de marca se la encasillará como una persona boba y superficial. Por ello desde la filosofía se plantea la teoría de la apariencia y la realidad, en la que la apariencia será la forma en la que se manifiesta la realidad a los sujetos que la perciben, mientras que la realidad es todo lo que engloba a un ser, más allá de cómo lo perciben los demás (Sancho Valls, Bota, & De Castro J., 2002 p. 24).

3.12.1 Tipos de pruebas sensoriales

Según Espinoza (2007), indica que con relación a las pruebas que pueden ser utilizadas existen diversas formas de clasificarlas, aunque todos los autores coinciden en que estas se dividen en dos grandes grupos:

a) Pruebas analíticas

De acuerdo a Espinoza (2007), las pruebas analíticas se realizan en condiciones controladas de laboratorio y son realizadas con jueces que han sido seleccionados y entrenados previamente (jueces analíticos). Estas se subdividen en pruebas discriminatorias, escalares y descriptivas.

- Las pruebas discriminatorias permiten comparar dos o más productos, e incluso estimar el tamaño de la diferencia. De manera general son sencillas y de gran utilidad práctica.
- Las pruebas escalares son aquellas en las cuales se mide de manera cuantitativa la intensidad de una propiedad sensorial con la ayuda de una

escala. Debido a que las mismas se emplean como herramientas de trabajo en otros métodos sensoriales, algunos autores y especialistas en la temática no la tienen en cuenta dentro de la clasificación de los métodos de evaluación sensorial.

- Las pruebas descriptivas son de manera general más complejas, mediante las mismas los jueces establecen los descriptores que definen las diferentes características sensoriales de un producto y utilizan dichos descriptores para cuantificar las diferencias existentes entre varios productos.

A continuación se define algunas de las pruebas que pertenecen a tipo analíticas:

- **Pareada**

Es comparar dos muestras, se utiliza una prueba pareada donde se le entregan al degustador uno o varios pares de muestras en una presentación de orden balanceado y se le pregunta si son iguales o diferentes o se les pide que señale la que presenta la característica evaluada con mayor intensidad, es decir, la que sea más dulce, más salada u otra característica bien definida (Pulido *et al.* 2007 p.7).

- **Triangular**

Prueba triangular consiste en presentar tres muestras simultáneamente: dos de ellas son iguales y una diferente, el juez tiene que identificar la muestra diferente. Se requiere aleatoriedad en la presentación de las muestras debiéndose ofrecer si se requiere las seis combinaciones posibles, en las cuales las posiciones de las dos muestras son diferentes (Espinoza, 2007 p.8).

- **Ordenamiento**

Esta prueba es un método para seleccionar una o dos de las mejores muestras de un grupo más o menos definido. En esta prueba no se tiene ninguna indicación de las diferencias que hay entre las muestras, ya que son ordenadas en relación una con otra en función de una característica o de su aceptabilidad por el panel (Bota *et al.* 1999 p.9).

- **Ordinal**

Este tipo de prueba pertenece al grupo de las pruebas escalares y los valores de las escalas ordinales indican la posición relativa que el degustador le asigna a una muestra con respecto a las demás dentro del grupo evaluado (Pulido *et al.* 2007 p.10).

b) Pruebas afectivas

Se realizan con personas no seleccionadas ni entrenadas, las que constituyen los denominados jueces afectivos. Los mismos en la mayoría de los casos se escogen atendiendo a que sean consumidores reales o potenciales del producto que se evalúa, pudiendo tener en cuenta situaciones económicas, demográficas, entre otros aspectos (Espinoza, 2007 p.11)

Las pruebas afectivas se emplean en condiciones similares a las que normalmente se utilizan al consumir el producto, de ahí que puedan llevarse a cabo en supermercados, escuelas, plazas, etc.

Los resultados que de las mismas se obtienen siempre permitirán conocer la aceptación, rechazo, preferencia o nivel de agrado de uno o varios productos por lo que es importante que las personas entiendan la necesidad de emitir respuestas lo más reales posibles (Espinoza, 2007 p.22).

El cuestionario a emplear es otro elemento que debe ser analizado con rigor, para evitar que este introduzca errores en los resultados obtenidos. El mismo no debe ser muy extenso para evitar fatiga en los jueces o rechazo a realizar la prueba, además debe ser fácil de responder, redactarse de manera clara con preguntas de fácil comprensión y con impresión legible (Espinoza, 2007 p. 8).

A continuación se define algunas de las pruebas que pertenecen a tipo afectivas:

- **Pruebas de aceptación**

Las pruebas de aceptabilidad se emplean para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores. Para determinar la aceptabilidad de un producto se pueden usar escalas categorizadas, pruebas de ordenamiento y pruebas de comparación pareada. La aceptabilidad de un producto generalmente indica el uso real del producto (compra y consumo) (Espinoza, 2007 p. 9).

- **Pruebas de preferencia**

Las pruebas de preferencia permiten a los consumidores seleccionar entre varias muestras, indicando si prefieren una muestra sobre otra o si no tienen preferencia. La prueba de preferencia más sencilla es la prueba de preferencia pareada; las pruebas de ordenamiento y de categorías también se utilizan frecuentemente para determinar preferencia (Espinoza, 2007 p. 9).

- **Pruebas escalares**

Las pruebas escalares de tipo afectiva son las que se utilizan con el propósito de conocer el nivel de agrado o desagrado de un producto, esto es en qué medida el mismo gusta o no. Estas pruebas tienen gran aplicación práctica, de manera general son fáciles de interpretar y los resultados que de ellas se obtienen permiten tomar acciones importantes con relación a la venta del producto, posibles cambios en su formulación (Espinoza, 2007 p. 9).

- **Cabinas de degustación.**

Es importante que la cabina tenga una superficie lo suficientemente amplia para que el juez pueda realizar cómodamente la prueba, aproximadamente de 1,50 x 1.20 x 2,00 m. Sobre dicha superficie se colocan las muestras y el cuestionario, así como un vaso con agua para que el juez se enjuague la boca entre una evaluación y otra, y un recipiente para que escupa el agua o las muestras que no quiera tragar. Algunos autores sugieren el empleo de sumideros o pilas con llave de agua, pero existe el riesgo que los olores desagradables provenientes del sumidero (si no se efectúa una limpieza adecuada) o de los desinfectantes usados para la limpieza pudieran influir en las respuestas de los jueces (Ureña et al., 1999 p.53).

- **Horario para las pruebas**

Uno de los factores que más pueden afectar a los resultados de pruebas de análisis sensorial es la hora a la cual se llevan a cabo las pruebas. Las evaluaciones sensoriales no deben hacerse a horas muy cercanas a las de las comidas. Si el juez acaba de comer o desayunar, no se sentirá dispuesto a ingerir alimentos, y entonces podría asignar calificaciones demasiado bajas (en el caso de pruebas afectivas) o podrían alterarse sus apreciaciones de los atributos sensoriales. Similarmente, si ya falta muy poco tiempo para la hora de la comida o la cena, el juez tendrá hambre y cualquier cosa que pruebe le agradara, así que también puede afectar significativamente a sus respuestas. Se recomiendan como horarios adecuados

entre las 11 de la mañana y la 1 de la tarde (para los países de habla española, donde generalmente el almuerzo o comida se toma después del mediodía; ya que en los países donde se almuerza a las 12 en punto, las pruebas deben hacerse entre las 10 y las 11 de la mañana) y de las 5 a 6 de la tarde; aunque el primer horario es el más adecuado (Espinoza, 2007 p. 61)

- **Pruebas de Clasificación (Satisfacción).**

Cuando se deben evaluar más de dos muestras a la vez, o cuando se desea obtener mayor información acerca del producto, puede recurrirse a las pruebas de clasificación o satisfacción. Estas son intentos para manejar más objetivamente datos tan subjetivos como son las respuestas de los jueces acerca de cuanto les gusta o les disgusta un alimento (Anzaldúa – Morales, 1994 p. 123).

- **Escala Hedónica**

La palabra “hedónico” proviene del griego que significa placer. Por lo tanto, las escalas hedónicas son instrumentos de medición de las sensaciones placenteras o desagradables producidas por un alimento a quienes lo prueban. Pueden ser verbales o gráficas, y la elección del tipo de escala depende de la edad de los jueces y del número de muestras a evaluar (Anzaldúa – Morales, 1994 p.124).

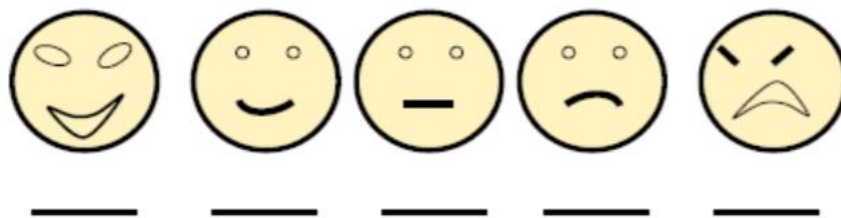


Figura 7. Escala hedónica facial.

Fuente: Tomado de Espinoza, (2007).

- **Escala verbal.**

Son las que presentan a los jueces una descripción verbal de la sensación que les produce la muestra. Deben contener siempre un número non (impar) de puntos, y se debe incluir siempre el punto central “ni me gusta ni me disgusta”. A este punto se le asigna generalmente la calificación de cero. A los puntos de la escala por encima de

este valor se les otorgan valores numéricos positivos, indicando que las muestras son agradables; en cambio, a los puntos por debajo del valor de indiferencia se les asignan valores negativos, correspondiente a calificaciones de disgusto. Esta forma de asignar el valor numérico tiene la ventaja de que facilita mucho los cálculos, y es posible reconocer al primer vistazo si una muestra es agradable o desagradable (Anzaldúa – Morales, 1994 p.125).

3.13 MARCO CONCEPTUAL:

3.13.1 Secado.

Es la remoción de cantidades de agua relativamente pequeñas de cierto material en donde el agua casi siempre se elimina en forma de vapor con aire (Geankoplis, 1998 p.33).

3.13.2 Deseccación.

Es la eliminación de agua hasta la humedad final, en que el producto esté en equilibrio con el aire de secado. Esta humedad final oscila entre 0.12 y 0.14 kg de agua por kg de producto húmedo. El valor de a_w alcanzado, debe ser lo suficientemente bajo para inhibir el crecimiento microbiano, así como para limitar las reacciones enzimáticas (Geankoplis, 1998 p.18).

3.13.3 Deshidratación.

La deshidratación de los alimentos permite asegurar una buena estabilidad por descenso de la a_w +reducir los costos de transporte y de almacenamiento. La deshidratación es la eliminación de agua del alimento menor al 2.5 % (Ibarz, 2005 p.11).

3.13.4 Temperatura.

Es una propiedad que se percibe como nuestra respuesta fisiológica a lo que es caliente o frío (Singh y Heldman, 2001 p. 12).

3.13.5 Humedad.

En general la humedad es la cantidad de agua que tiene los materiales o sustancias; y se puede establecer que la masa total (m_h) del material es igual a la suma de su masa seca (m_s) y de su masa de agua (m_{H_2O}) (Aqualab, 2020 p.12).

3.13.6 Transferencia de materia.

El movimiento de la humedad dentro del sólido es una función de la naturaleza física del sólido, su temperatura y su contenido de humedad (Miranda, 2004 p.31).

3.13.7 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 (Miranda, 2004 p.31)

3.13.8 Velocidad del aire.

Tiene como función principal, 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 (Miranda, 2004 p.30)

3.13.9 Colorimetría.

El objetivo de la colorimetría es caracterizar numéricamente el color de un objeto, bien aislado (colores no relacionados o formando parte de una escena (colores relacionados). Dicha caracterización debe tener un sentido perceptual esto es, los números que se asignan a un color deben en última instancia describir el color percibido. La percepción del color de un objeto no depende solo de la luz que nos llega al ojo procedente del propio objeto (producto de la reflectancia por el iluminante), sino que en general, depende de la luz que recibimos del objeto y de su entorno (Artigas, 2002 p.17).

3.13.10 Color.

El color es una propiedad de la materia directamente relacionada con el espectro de la luz (Badui, 1990 p.20).

3.13.11 Apariencia.

Se refiere a aquello que se puede ver o percibir de una persona o de un objeto desde afuera, aquello que se ve a simple vista, lo que muestra externamente una persona de sí misma hacia los demás, no hay una mayor profundización, ni un conocimiento de cómo es esta persona, simplemente es lo que se puede percibir desde afuera (Anzaldúa Morales, 1994 p.39).

3.13.12 Olor.

Es la propiedad de una sustancia capaz de activar el sentido del olfato humano (Espinoza, 2007 p.26).

3.13.13 Sabor.

El sabor es una suma de las tres características (aroma, olor y el gusto) y por lo tanto su apreciación y medición son más complejas que las de cada propiedad por separado (Anzaldúa Morales, 1994 p.25).

3.13.14 Influencia.

Es la cualidad que otorga capacidad para ejercer un determinado control sobre el poder por alguien o algo (Miranda, 2004 p.49)

3.13.15 Determinación.

Es la acción y efecto de determinar (tomar una resolución, fijar los términos de algo, señalar algo para algún efecto) (Singh y Heldman, 2001 p. 98).

3.13.16 Propiedades alimentarios.

Hidratos de carbono, grasas y proteínas, que se consumen en mayor cantidad y cuya principal función es aportar energía al organismo. Micronutrientes. Vitaminas y minerales, presentes en pequeñas cantidades en los alimentos, y cruciales para que el organismo pueda llevar a cabo los diferentes procesos metabólicos.

Los alimentos se agrupan por su composición nutricional, cantidad de proteínas, lípidos (grasas), hidratos de carbono o agua que contiene un alimento. Los alimentos que están dentro de cada Grupo son equivalentes e intercambiándolos, permitirán que nuestra dieta sea, sobre todo, variada (Anzaldúa Morales, 1994 p.106).

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

4.1 Lugar de ejecución.

El trabajo de investigación se desarrolló en los laboratorios de química y control de calidad de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial en la Universidad Nacional “José María Arguedas” (UNAJMA), ubicado en la unidad vecinal de Santa Rosa, Av. 28 de Julio N°- 1103, del Distrito de Talavera Provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac.

4.2 Materiales, equipos y reactivos.

4.2.1 Materiales.

En la tabla 1, se mencionan los materiales empleados en esta investigación.

Tabla 1

Materiales de laboratorio.

Cantidad	Nombre	Descripción
2 unid.	Pinzas	Material de acero inoxidable
6 unid.	Papel de toalla	Material de papel
1 unid.	Tina	Material de plástico
3 unid.	Papel tisú	Material de papel
1 unid.	Papel kraft	Material de papel
1 unid.	Pipeta	material de vidrio transparente de capacidad 100 ml

4.2.2 Equipos.

Los equipos empleados para el desarrollo de la presente tesis se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2

Equipos de laboratorio.

Cantidad	Nombre	Descripción	Marca
1 unid.	Balanza analítica	Equipo electrónico con capacidad de 100 g y sensibilidad 0.0001 g.	OHAUS Adventurer
1 unid.	Balanza electrónica digital.	Equipo electrónico con capacidad de 40 kg.	
1 unid.	Estufa digital con temporizador	Estufa digital con temporizador	Menmert
1 unid.	Anemómetro	Instrumento que mide velocidad de aire, humedad relativa y temperatura	Benetech
1 unid.	Cronometro	Instrumento digital	Casio
1 unid.	Colorímetro	Mide la variación de color basándose en el espacio L*, a* y b*	Konica Minolta

4.2.3 Reactivos.

Los reactivos empleados para el desarrollo de esta investigación se presentan a continuación en la Tabla 3:

Tabla 3

Reactivos.

Cantidad	Nombre	Descripción
1 litro	Agua destilada	s/m
300 ml	Hipoclorito de sodio	Clorox

- **Materiales para evaluación sensoriales.**

- ✓ Vasos descartables

- ✓ Azúcar blanca
- ✓ Mesa de trabajo
- ✓ Sillas
- ✓ Hojas de cartillas
- ✓ Lapiceros

4.2.4 Material vegetal.

Se recolecto 10 kg de las hojas de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*) de los campos de cultivo del centro poblado de Champacocha del distrito de San Jerónimo, Andahuaylas, Apurímac.

4.3 Material de estudio.

✓ Población.

La población fueron las hojas de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*), recolectadas en la zona alto andina del centro poblado de Champacocha la cual pertenece al distrito de San Jerónimo, provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac. Este sector se encuentra a una altitud de 3487 msnm. Y las coordenadas geográficas son S 13°46 "09", W 73° 36" 05", la población fue de 10 kg.

✓ Muestra.

Para la obtención de la muestra se realizó un muestreo no probabilístico; ya que las muestras se seleccionaron en función al criterio, accesibilidad e intencionalidad del investigador (muestreo por conveniencia).

La muestra fue de 5 kg de hojas de manzanilla, sin materiales extraños.

✓ Elemento o unidad de análisis.

La unidad de análisis estuvo referida a los datos obtenidos durante el proceso de secado tales como la humedad en base seca a las temperaturas de estudio.

Para determinar la variación de color del secado de las hojas de la manzanilla se tomó 1 gramo, de muestra por triplicado para su análisis experimental; y a su vez, para el análisis sensorial se tomó 2 gramos de muestra de las hojas de la manzanilla por triplicado respectivamente, para cada tratamiento.

4.4 Tipo de investigación.

De acuerdo al fin que persigue:

- ✓ **Aplicada:** de acuerdo a que se evaluó la variación de color de las hojas de las manzanillas y propiedades sensoriales en la presente investigación se aplicó conceptos teóricos y científicos pertinentes al tema y a la ingeniería agroindustrial.

De acuerdo a la técnica de contrastación:

Experimental: durante la experimentación se manipuló las variables de estudio como: La temperatura de secado de 40,50 y 60 °C de las hojas de las manzanillas (*Matricaria chamomilla*).

4.5 Diseño de contrastación.

Se desarrolló una investigación empleando un diseño completamente al azar con un factor de temperaturas de 40, 50 y 60 °C y las variables de salida fueron, variación de color y propiedades sensoriales (color, olor, sabor y apariencia general); para ello, se consideraron 3 tratamientos con 3 repeticiones por tratamiento del total 9 observaciones para el análisis. Cada unidad experimental fue de 30 g de manzanilla. Según el diseño experimental.

$$Y_{ij} = U + t_i + E_{ij}$$

Con: $i=1,2, 3$; $K=1+\dots n$

Donde:

u: Media global.

T_i : Efecto del tratamiento con su nivel i.

E_{ij} : Error aleatorio de una distribución normal con una media cero, varianzas constantes $\sigma^2(N(0, \sigma^2))$ y son independientes entre sí.

n: Numero de repeticiones en cada tratamiento para el desarrollo de la investigación deben de ser precisas, teniendo en cuenta las variables dependientes e independientes.

Tabla 4

Matriz de diseño para el secado de las hojas de la manzanilla (Matricaria chamomilla).

Nro. de tratamientos	Nro. de repeticiones	Variables de entrada temperaturas(°C)	Variables de salida	
			Variación de color	Propiedades sensoriales
T1	R1	40	-	-
	R2	40	-	-
	R3	40	-	-
T2	R1	50	-	-
	R2	50	-	-
	R3	50	-	-
T3	R1	60	-	-
	R2	60	-	-
	R3	60	-	-

DONDE: Para la evaluación de colorimétrico y propiedades sensoriales se tiene:

- T₁: Es el tratamiento a una temperatura de 40 °C.
- T₂: Es el tratamiento a una temperatura de 50 °C.
- T₃: Es el tratamiento a una temperatura de 60 °C.

NOTA: Se tiene como patrón las hojas de la manzanilla en estado fresco.

4.6 Metodología experimental.

4.6.1 Procedimiento de secado de las hojas de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*).

A continuación, se describe el procedimiento de secado de las hojas de la manzanilla a temperaturas de 40, 50 y 60 °C.

✓ Recepción de Materia prima.

Las hojas de la manzanilla fueron recepcionados envueltos, posteriormente con papel kraff colocadas en una caja de cartón. Dicha materia prima un total de 10 kilogramos.

✓ **Selección.**

Se seleccionaron las hojas de las manzanillas la misma que consistió en tomar en cuenta las siguientes características: buen estado y el color uniforme verde. Dicha actividad fue realizada en una mesa de selección.

✓ **Peso (1).**

Se pesó 5 Kg de las hojas de la manzanilla, con la ayuda de una balanza electrónica.

✓ **Lavado.**

Las hojas fueron lavadas por inmersión en una corriente de agua para eliminar las impurezas de hojas de la manzanilla.

✓ **Desinfectado.**

En esta operación las hojas fueron sumergidas durante 5 minutos en una solución desinfectante para eliminar microorganismos patógenos presentes en las hojas. Para ello, se diluyó 0.05 ml de hipoclorito de sodio en agua.

✓ **Oreado.**

Esta operación se realizó durante 30 min cuidadosamente a una temperatura ambiente, para lo cual, se utilizó papel secante para retirar el agua que se encuentra en la materia prima.

✓ **Secado.**

Las hojas de las manzanillas fueron colocadas en un secador de bandejas inoxidable de 10 cm x 10 cm, con un espesor de 0.039 cm, para así poder llevar a secar a las temperaturas de 40,50 y 60 °C por lo cual, ingresó 30 g de las hojas de la manzanilla se utilizó una estufa de convección forzada con una velocidad de 1 m/s, para la lectura del peso se determinó de acuerdo a los intervalos de medición con la ayuda de una balanza digital de precisión. Esta acción se realizó por triplicado para cada tratamiento (Huachi, 1999).

✓ **Peso (2).**

Para poder determinar el peso constante de las hojas de la manzanilla se pesó cada 10 min.

✓ Análisis.

Para realizar el análisis en la determinación de color, se colocó una muestra de 1 g de hojas de manzanilla, la misma que fue realizada por triplicado para cada tratamiento con la ayuda de la colorimetría. Sin embargo, la realización del análisis sensorial, para dicho análisis se tomó 2 g de muestra por cada tratamiento por triplicado, en el mencionado análisis se utilizó 30 panelistas. Para dicho procedimiento se modificó lo realizado por Huachi, (1999).

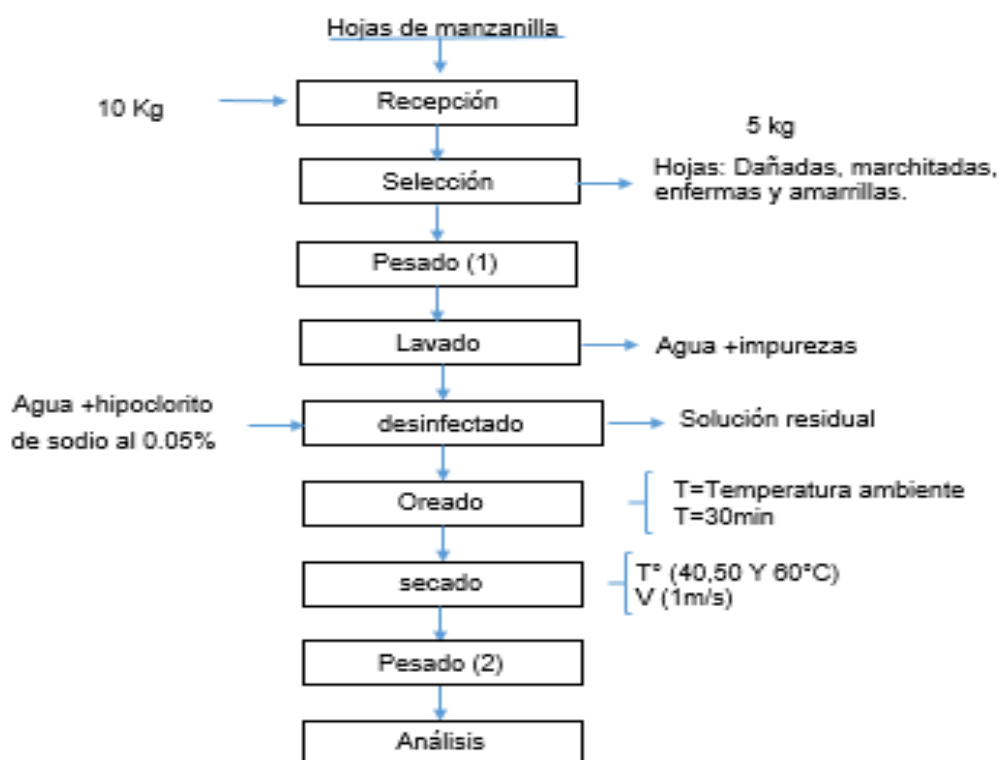


Figura 8. Diagrama de bloque para el secado de las hojas de la manzanilla

4.7 Metodología experimental.

4.7.1 Metodología para la determinación de la variación de color en el secado de las hojas de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*).

Se analizó las coordenadas de color en el espacio CIELAB (L^* , a^* y b^*) de las hojas de la manzanilla secado a diferentes temperaturas y hojas frescas de la manzanilla para lo cual, se utilizó el colorímetro KONICA MINOLTA modelo CR-400 calibrado en una cerámica blanca. Con los datos obtenidos se evaluó la luminosidad, las

coordenadas de color a^* y b^* los cuales fueron evaluadas estadísticamente aplicando ANOVA para verificar el efecto de la temperatura en el color. Para determinar las diferencias de color se siguió lo expuesto según la norma ASTM (D2244-02).

4.7.2 Metodología para la determinación de propiedades sensoriales en el secado de las hojas de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*).

Se utilizó la prueba hedónica para evidenciar la calidad sensorial de las hojas deshidratadas de la manzanilla, se efectuaron una prueba afectiva de aceptabilidad o preferencia, debido a que se evaluó la (reacción, preferencia o aceptación) de los panelistas. Se utilizaron una prueba hedónica estructurada categorizada con puntaje de 1 a 5; para ello, los panelistas marcaron una categoría que va desde no me gusta nada y hasta me gusta mucho. Las evaluaciones sensoriales se realizaron con panelistas no entrenados, ya que es importante que en los lugares a realizar las pruebas tengan las condiciones adecuadas como iluminación para un buen análisis. Se acondicionaron cabinas de evaluación de 1m² con fluorescentes de 20 W a 60 cm de altura sobre la mesa de trabajo, con la finalidad de obtener una iluminación lo más semejante a la luz ambiental, también se acondicionaron las cabinas con el color blanco; se mantuvo el área de evaluación con ausencia de olores y residuos o cualquier otro estímulo que pueda distraer a los degustadores (Anzaldúa y Morales, 1994). Para la preparación de la muestra se tomaron 2g de las hojas de la manzanilla secadas a diferentes temperaturas de 40,50 y 60 °C, por lo tanto, se tuvo que reposar en 200 ml de agua caliente a 85°C por 5 minutos, enseguida se agregó 9 gramos de azúcar blanca, idénticamente se hicieron lo mismo para las demás de las hojas de la manzanilla secada a las temperaturas de estudio. Las evaluaciones sensoriales se llevaron a cabo con 30 panelistas no entrenados fueron estudiantes de primer ciclo a decimo ciclo (varones y mujeres de diferentes edades), de la Universidad Nacional “José María Arguedas” (UNAJMA) de la carrera profesional de Ingeniería Agroindustrial de la sede Santa Rosa Talavera. Los cuales se clasificó de la formulación de acuerdo a una escala hedónica, a los panelistas se les proporcionó una cartilla de evaluación. Los horarios de la degustación se realizaron el día 20 noviembre de 2019 en horas de la mañana de 10 a 11 a.m. Se realizó con el fin de obtener una información de aceptabilidad por parte del consumidor final. Para obtener información del producto con mayor preferencia; para ello, se tomaron cantidades de muestra de 10 ml a temperatura ambiente en vasos descartables, a

cada juez se le asignaron una cartilla que se muestra, (Anexo 28) en la que marcaron su aceptación para las características de color, olor, sabor y apariencia.

A los resultados obtenidos en la evaluación de las propiedades sensoriales se emplearon una prueba no paramétrica: el test de Friedman con el fin de conocer la diferencia significativa entre tratamientos, y en los casos de la existencia de diferencia significativa entre las muestras, se procedieron a realizar una prueba de comparación múltiples (Anzaldúa y Morales, 1994, p.112), presenta a continuación en la Tabla 5:

Tabla 5

Escala hedónica para la evaluación de las propiedades sensoriales de las hojas de la manzanilla.

PUNTUACION	ALTERNATIVAS	MUESTRAS			
		color	olor	sabor	Apariencia
5	Me gusta mucho				
4	Me gusta moderadamente				
3	No me gusta ni me disgusta				
2	Me disgusta moderadamente				
1	Me disgusta mucho				

Fuente: Anzaldúa y Morales, (1994).

4.8 Diseño experimental y análisis estadístico

4.8.1 Diseño experimental.

4.8.1.1 Diseño experimental de variables independientes y dependientes.

Variables de entrada y salida, se muestra en la Figura 8.

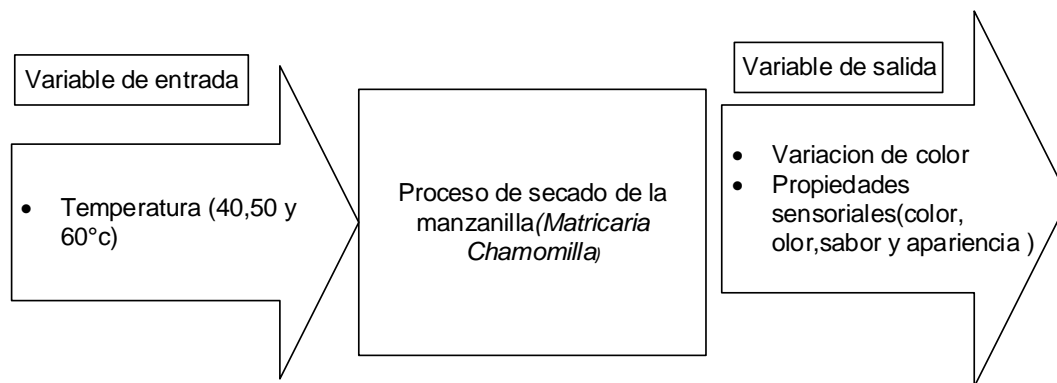


Figura 9. Diseño experimental

Tabla 6

Tabla de ANOVA para el DCA.

Fuente de Variabilidad	Suma de cuadrados	Grado de Libertad	Cuadrado medio	F _o	Valor-p
Tratamientos	$SC_{TRAT} = \sum_{i=1}^K \frac{Y_{i*}^2}{n_i} - \frac{Y_{**}^2}{N}$	k-1	$CM_{TRAT} = \frac{SC_{TRAT}}{K-1}$	$\frac{CM_{TRAT}}{CM_E}$	P(F>F _o)
Error	$SC_E = SC_T - SC_{TRAT}$	N-K	$MS_E = \frac{SC_E}{N-K}$		
Total	$SC_E = \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 - \frac{Y_{**}^2}{N}$	N-1			

Fuente: Gutiérrez y de la Vara, (2012).

✓ **Análisis de varianza**

Se aplicarán ANOVA de un solo factor (temperatura de secado) con tres repeticiones hipótesis estadísticamente para ANOVA (Gutiérrez, 2008).

✓ **Hipótesis para el diseño completamente al azar.**

Las hipótesis estadísticas se plantearon con la finalidad de probar la igualdad de los tratamientos con respecto a la media en el color y propiedades sensoriales en el secado de las hojas de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*).

✓ **El planteamiento de hipótesis estadístico para el ANOVA fué:**

H₀: La medida de los resultados, de secado de las hojas de la manzanilla a diferentes temperaturas de estudio, no presenta diferencias significativas en el color.

H_a: La medida de los resultados, de secado de las hojas de la manzanilla a diferentes temperaturas de estudio, muestran diferencias significativas en el color.

H₀: El color de las hojas de la manzanilla en el espacio de color L*a*b*, sometidas a secado a diferentes temperaturas de estudio, no muestran diferencia significativa.

H_a: El color de las hojas de la manzanilla en el espacio de color L*a*b*, sometidas a secado a diferentes temperaturas de estudio, muestran diferencia significativa.

H₀: Las propiedades sensoriales de las hojas de la manzanilla secadas a diferentes temperaturas de estudio, no muestran diferencia significativa.

H_a: Las propiedades sensoriales de las hojas de la manzanilla secadas a diferentes temperaturas de estudio, muestran diferencia significativa.

Nivel de significancia (α): Para el caso de comparaciones tratamientos habitualmente se emplea $\alpha = 0.05$ (Gutiérrez, 2008).

Criterio para la prueba de hipótesis.

Se rechaza H₀ si $\alpha > p\text{-valué}$, (α es el nivel de significancia al 5% o 0.05)

✓ **Prueba no paramétrica de Friedman para las propiedades sensoriales.**

Se empleó una prueba no paramétrica: el test de Friedman, los cuales se evaluaron con el software estadística; cuya hipótesis son:

H₀: La preferencia por el color, olor, sabor y apariencia de las hojas de la manzanilla secadas a diferentes temperaturas de estudio, en infusión no muestran diferencia significativa.

H_a : La preferencia por el color, olor, sabor y apariencia de las hojas de la manzanilla secadas a diferentes temperaturas de estudio, en infusión muestran diferencia significativa.

✓ **Criterio para la prueba de hipótesis.**

Se rechaza H_0 si $\alpha > p\text{-value}$, (α es el nivel de significancia al 5% o 0.05).

Para la evaluación tanto del ANOVA, test de Friedman se utilizaron el software, STATGRAPHICS Centurión XVI, SPSS, y Excel 2016.

CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1 Variación del color en el secado de las hojas de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*) a las temperaturas de 40, 50 y 60°C.

En la tabla 7, se muestran los resultados de la variación del color de las hojas de la manzanilla deshidratadas, en ella se aprecia la disminución de la luminosidad L^* de las hojas de la manzanilla secada en referencia a la luminosidad de la hoja fresca, similar resultado obtuvo Esturk (2012); para el secado de la manzanilla por microondas y aire convectivo obteniendo mayor luminosidad con el secado por convectivo, García (2010) y para la *Mentha spicata* (García, 2014), aunque lo contrario resulto para el secado de la *Stevia (Rebaudiana Bertoni)*, la luminosidad varía de 0 a 100, siendo 0 la tendencia al negro y 100 la tendencia a blanco (Sahin y Gulum, 2006), el incremento de la temperatura para el secado a 1.0 m/s y 0.5 m/s disminuyen la luminosidad, es así que cuanto menor es la temperatura de secado la luminosidad tiene tendencia al color blanco, García *et al.*, (2010) en el secado del cilantro (*Coriandrum sativum*), observa la disminución de la luminosidad con el incremento de la temperatura y se muestra en el anexo 13.

Tabla 7

Resultados para L^ , a^* , b^* para las hojas secas y frescas.*

Temperatura	L^*			a^*			b^*		
	\bar{x}	\pm	S	\bar{x}	\pm	S	\bar{x}	\pm	S
T0	28.65	\pm	0.97	-3.37	\pm	0.89	8.85	\pm	0.46
T1	27.25	\pm	0.46	-2.34	\pm	1.31	5.42	\pm	2.67
T2	24.52	\pm	0.94	-2.01	\pm	0.91	5.54	\pm	0.54
T3	25.78	\pm	0.54	-2.13	\pm	1.77	6.56	\pm	1.31

Dónde: x es la media; s es la desviación estándar, L^* luminosidad, a^* color de verdes (-) a rojos (+), b^* color de amarillos azul (-) a (+).

Las coordenadas de color en escala CIELAB tiene valores de a^* que va de rojo ($+a^*$) a verde ($-a^*$), para b^* varía de amarillo ($+b^*$) a azul ($-b^*$) y el valor de L^* es de 0 (negro) a 100 (blanco). En la Tabla 7, se observa valores positivos de L^* lo cual indica, que la luminosidad se aproxima al blanco. Mientras la coordenada a^* tiene valores negativos esto nos indica que el color se acerca al color verde y no se observa mucha variación entre las medias de los datos. Por otro lado, la coordenada b^* tiene valores

positivos lo cual indica, que el color se aproxima a amarillo sus valores también aumenta con la temperatura.

Al aplicar el (ANOVA) de un solo factor para los valores de L^* , a^* y b^* se obtuvo los siguientes resultados.

- ✓ Para la luminosidad (L^*) se observó que el valor de p-valué es menor al de nivel de significancia lo cual indica, que las medias de la luminosidad para las hojas de la manzanilla son diferentes, para su mejor análisis se utilizó la prueba de ANOVA para comparar la luminosidad de la hoja fresca como patrón y las hojas secadas a las temperaturas estudios de 40, 50 y 60 °C se llegaron al siguiente resultado. El intervalo de confianza para la diferencia de medias de control (hoja fresca a temperatura ambiente) y la hoja seca de 40, 50 y 60 °C no incluye cero, por lo tanto, diferencia entre estas medias es significativa esto quiere decir que la temperatura de secado influye significativamente en la luminosidad.
- ✓ Para la coordenada a^* el valor de nivel de significancia, es mayor a p-valué $\text{valué} > 0.05$. por lo tanto, se acepta la H_0 , y se rechaza la H_1 , puede afirmar que el Valor de a^* son significativamente diferentes. Por ende, el secado a 40, 50 y 60 °C afecto el valor de a^* , esto es debido a que los valores de a^* para las temperaturas estudiadas presentan similitud con de la hoja fresca.
- ✓ Para la coordenada b^* de color el p-valué es mayor al nivel de significancia lo Cual no varía por lo tanto, la temperatura no influye estadísticamente significativas. Para verificar si las medias son diferentes se realizó las pruebas de ANOVA lo cual comparo las hojas secas a 40, 50 y 60 °C con la hoja fresca de la manzanilla y los resultados con la prueba de ANOVA es: el intervalo de confianza para la diferencia de medias de control (hoja fresca a temperatura ambiente) y la hoja seca a 40, 50 y 60 °C no incluye, por lo tanto, la diferencia entre estas medias es significativa lo cual indica, que la temperatura de secado influye en el valor de b^* . Estos resultados se pueden apreciar en el anexo 10,11 y 12.

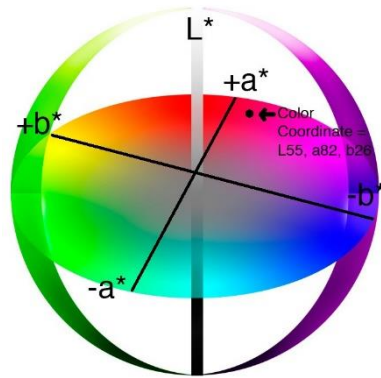


Figura 10. Modelo cromático para $L^*a^*b^*$ (CIELAB).

Los tres parámetros en el modelo representan la luminosidad de color (L^* , $L^*=0$ rendimientos negro y $L^*=100$ indica blanca), su posición entre magenta y verde (a^* , valores negativos indican verde mientras valores positivos indican magenta) y su posición entre amarillo y azul (b^* , valores negativos indican azul y valores positivos indican amarillo).

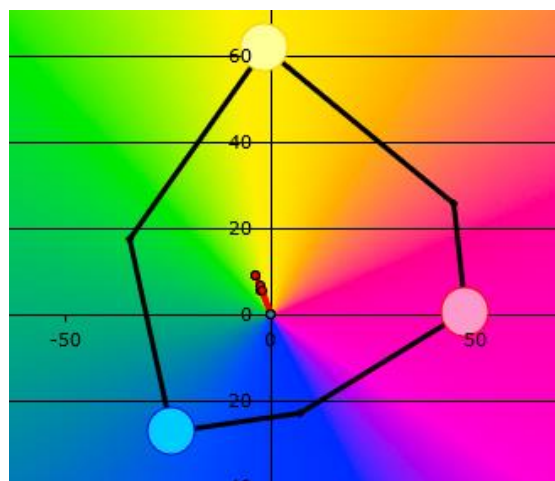


Figura 11. Comparación del espacio de color.

En la Figura 10, se muestra que los tratamientos están en la dirección entre verde y amarillo donde el tratamiento T1, tiene mayor similitud de color con la muestra patrón T0.

Según Grández (2008), manifiesta el color de percepción de la luz de una cierta longitud de onda reflejada por un objeto. Los cuerpos blancos reflejan la luz de todas las longitudes de onda, los cuerpos negros absorben todas las longitudes de onda. El presente trabajo de investigación las longitudes de onda que muestra el colorímetro están en el rango de $24.52 L^*$ y $28.65 L^*$ donde el tratamiento T1, muestra similitudes de luminosidad ($27.25 L^*$).

De acuerdo a Sahin y Gulum (2006), el incremento de la temperatura para el secado a velocidades de 1.0 m/s y 0.5 m/s disminuyen la luminosidad; es así, que cuanto menor es la temperatura de secado la luminosidad tiene tendencia al color blanco, donde en nuestro trabajo de investigación se pudo determinar que a menor temperatura de secado la luminosidad es mayor; por lo que, se extiende a una luminosidad de color blanco, presenta a continuación en la Tabla 8:

Tabla 8

Determinación de las diferencias entre las muestras T0 vs T1

Verde T0 vs T1	L*	a*	b*
T0	28.65	-3.37	8.85
T1	27.25	-2.34	5.42

Delta E= 3.85

En la Tabla 8, se muestra que el tratamiento T1, es de mayor similitud con una luminosidad de 27.25 L* en comparación con muestra fresca con una luminosidad de 28.65 L*.

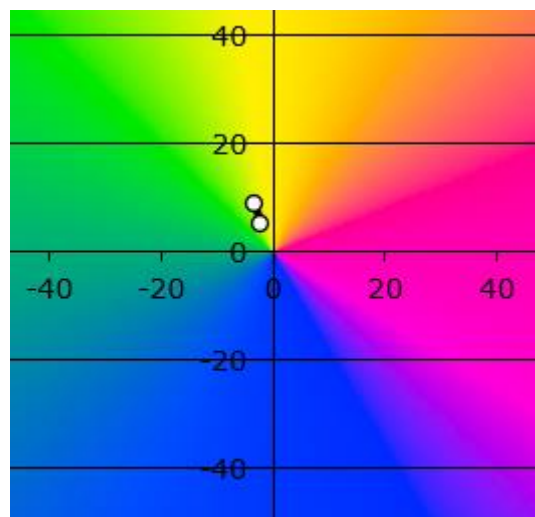


Figura 12. Comparación del color T0 vs T.

Tabla 9

Determinación de las diferencias entre la muestra T0 vs T2.

Verde T0 vs T2	L*	a*	b*
----------------	----	----	----

T0	28.65	-3.37	8.85
T2	24.52	-2.01	5.54

Delta E= 5.46

En la Tabla 9, se muestra la diferencia entre los tratamientos T0 y T2, con una luminosidad de diferencia T2 (24.52) determinado un color verde amarillo con luminosidad blanca.

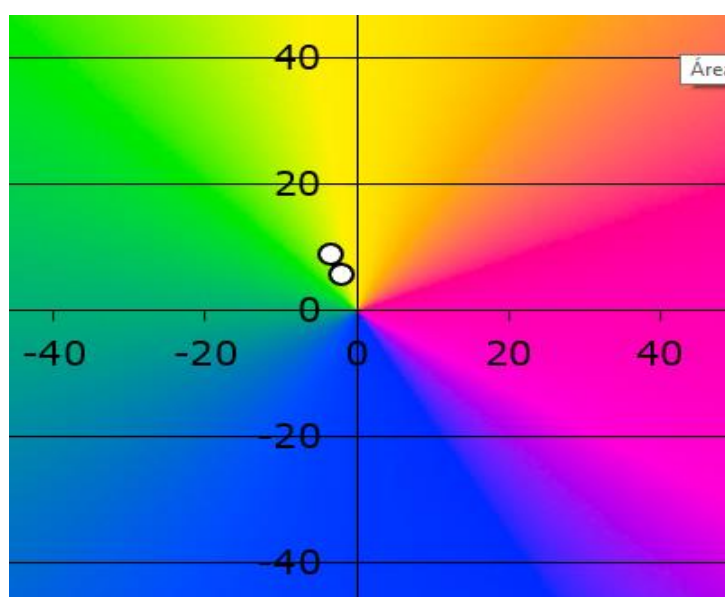


Figura 13. Comparación del color T0 vs T2

Tabla 10

Determinación de las diferencias de color T0 vs T3.

Verde T0 VS T3	L*	a*	b*
T0	28.65	-3.37	8.85
T3	25.78	-2.13	6.56

Delta E= 3.88

En la Tabla 10, se muestra las comparaciones de los tratamientos T0 Y T3 se determina el color verde amarillo con una luminosidad diferente de L* 25.78 , en comparación con la muestra patron.

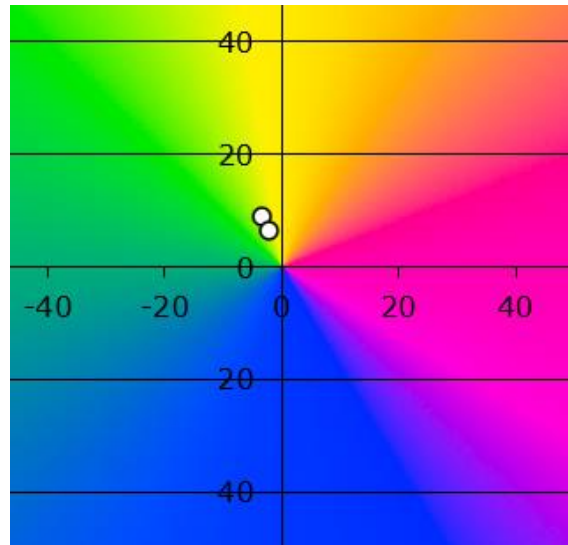


Figura 14. Comparación del color T0 vs T3.

Asimismo, en la Figura 13, se observa la comparación del color con muestra fresco vs temperatura de 60°C, donde cambio el color de las hojas de la manzanilla a diferentes temperaturas de estudio en comparación a la muestra patrón es causado por la reacción de pardeamiento y reacciones de REDOX.

De igual forma, Rodríguez (2013). Indica el pardeamiento enzimático, que se origina por el polifenol oxidasa, que provoca un oscurecimiento rápido, principalmente en la parte externa de las hojas.

Asimismo, Rahman y Perera (1999), indican que el pigmento principal que se altera en el secado con aire caliente es la clorofila, formándose la feofitina que es de un color pardo oliva, en nuestros resultados obtenidos se muestra que el tratamiento T2 tiene menor luminosidad con respecto a la muestra patrón determinado mayor oscurecida de 25.78L*

Tonguino (2010). Demostró que, a una temperatura de 30 °C de secado, la menta tiene un color verde claro a verde oliva, característico de la menta, donde en nuestro trabajo de investigación utilizando el colorímetro determinamos a una temperatura de 40°C el color de verde amarillo con una luminosidad de 27.25 L*.

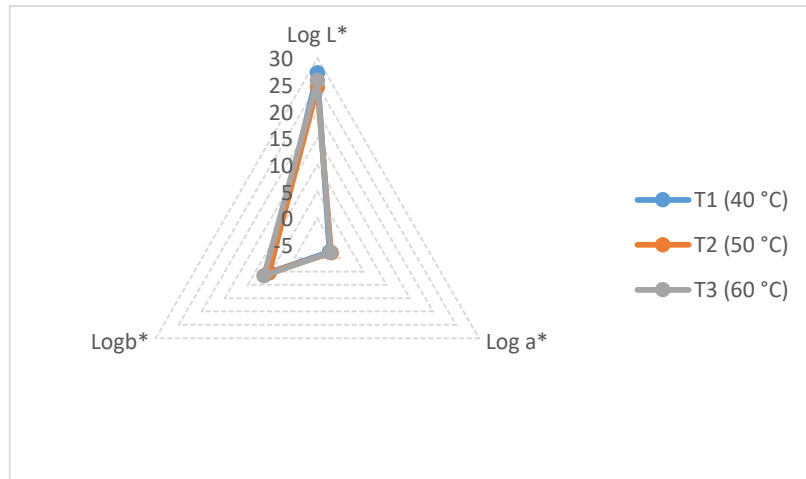


Figura 15. Variación del color para las hojas de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*) secado a diferentes temperaturas.

La diferencia de color obtenido entre las hojas de la manzanilla fresco y después de secado para cada tratamiento se puede evidenciar en la figura 15; se puede observar que el mejor color lo presenta para las hojas de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*) secado a temperatura de 40 °C.

Al aplicar el ANOVA se observa que los valores L^* de las hojas secadas a 40,50 y 60°C son diferentes de la hoja fresca y el mejor tratamiento es de 40°C.

Resultados similares obtuvo García, F. (2014), en efectos del proceso sobre la calidad de la estevia (*Stevia rebaudiana bertonii*) para la luminosidad de estevia obtuvo valores de 32.3, 39.68, 28.82, 39.97 y 41.45 para las hojas fresca y a las temperaturas de 40, 50, 60 y 70 °C. Y para hierbabuena (*Mentha spicata*) obtuvo valores de 36.29 para hojas fresca y para las temperaturas de 30, 40, 50 y 60 °C se tiene 36.29, 35.29, 32.46 y 25.61. Al comparar los datos de la L^* de las hojas de la manzanilla se observa un incremento, esto es debido aquí las hojas de la manzanilla cambiaba de verde oscuro a verde más claro con la temperatura de Mientras en las hojas de estevia y hierbabuena los valores de L^* decrece debido a que las hojas de la manzanilla y hierbabuena al secar su color se oscurecía. Los valores de luminosidad de las hojas de la manzanilla se asemejan con la literatura. Díaz (2010) El color en las albahacas frescas y secas después del secado presentó una variación de luminosidad de una tonalidad de verde a verde amarillento.

El valor de a^* es afectado por las temperaturas de 40, 50 y 60 °C y sus medias son iguales a de las hojas frescas de la manzanilla, en los datos del valor a^* se observa

mucha diferencia: -3.37 ± 0.89 con muestra patrón, -2.34 ± 1.31 tratamiento T1, -2.01 ± 0.91 T2, -2.13 ± 1.77 T3.

En cuanto a coordenada de $-a^*$ García, F. (2014) obtuvo valores de -8.98 , -7.71 , -1.97 , -10.97 y -11.77 para estevia. Donde el primer valor es de hoja fresca y los demás es para las temperaturas de 40 , 50 , 60 y 70 °C y los valores para hierbabuena es -11.31 , -8.53 , -6.31 , -5.17 y -1.75 para las hojas frescas y a las temperaturas de 30 , 40 , 50 y 60 °C. Al comparar estos valores de estevia y hierbabuena con las hojas de la manzanilla se puede afirmar que el valor de a^* de hojas de la manzanilla no cambiaron mucho en cuanto al color verde, mientras las hojas de estevia y hierbabuena descienden al incrementar la temperatura los valores de a^* esto es debido a que el color verde al secar se oscureció perdiendo el color original a medida que aumenta la temperatura.

El valor b^* presenta un $p < 0.05$ lo cual indica, que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias correspondientes con las hojas frescas de la manzanilla. Al medir con el colorímetro se observó que el valor de b^* se incrementa a medida que la temperatura aumenta de 8.85 ± 0.46 a 5.42 ± 2.67 , 5.54 ± 0.54 y 6.56 ± 1.31 , al aplicar el ANOVA se llegó que el valor más cercano al del valor de hoja fresca es de T1. Estos valores son similares a los valores de b^* obtenidos para las hojas de estevia y hierbabuena.

En cuanto al valor b^* García, F. (2014) obtuvo valores para las hojas de estevia fresca y secadas a 40 , 50 , 60 y 70 °C de 12.46 , 14.59 , 8.02 , 16.15 y 16.92 . Mientras para la hierbabuena obtuvo valores de a^* para las hojas frescas y seca a 30 , 40 , 50 y 60 °C de 15.22 , 13.46 , 11.30 , 9.38 y 6.78 .

5.2 Propiedades sensoriales en el secado de las hojas de la manzanilla.

Para evaluar las propiedades sensoriales de las hojas de la manzanilla, secadas a diferentes temperaturas, se realizó un análisis de normalidad de los datos, es así que se aplicó el test de Shapiro-Wilks, para datos menores a 50, a fin de conocer si los datos siguen una distribución normal, cuya hipótesis fué:

Hipótesis nula, H_0 : Los datos siguen una distribución normal

Hipótesis alterna, H_A : Los datos no siguen una distribución normal

Se rechaza H_0 si $\alpha > p\text{-value}$, (α es el nivel de significancia del 5% o (0.05).

Los resultados del análisis de normalidad se muestran en la Tabla 11, para las propiedades sensoriales de color, olor, sabor y apariencia, de ella se desprende que en todos los casos los datos reportados para cada atributo no siguen una distribución normal, $p\text{-value} < 0.05$ (Se rechaza la hipótesis nula), es así que el análisis estadísticos de los datos para los atributos sensoriales fueron no paramétricos.

Tabla 11

Análisis de normalidad

Tratamiento	W	p-valué	Distribución
	Color		normal
40 °C	0.75489	0.00001	No
50 °C	0.76962	0.00002	No
60 °C	0.52579	0.00000	No
M.P.	0.74693	0.00001	No
	Olor		
40 °C	0.63662	0.00000	No
50 °C	0.80263	0.00007	No
60 °C	0.77181	0.00002	No
M.P.	0.83151	0.00026	No
	Sabor		
40 °C	0.77800	0.00003	No
50 °C	0.64636	0.00000	No
60 °C	0.58564	0.00000	No
M.P.	0.82538	0.00020	No
	Apariencia		
40 °C	0.77195	0.00002	No
50 °C	0.72100	0.00000	No
60 °C	0.45216	0.00000	No
M.P.	0.77496	0.00002	No

Dónde: W, coeficiente del test Shapiro-Wilks; p-valué es la probabilidad evaluada al 5%

En ese sentido, los datos reportados en la evaluación sensorial se realizaron a través de los datos obtenidos del análisis sensorial de los panelistas no entrenados, de la prueba no paramétrica de Friedman, aplicados a los tres tratamientos realizados, con el programa SPSS, y Excel 2016.

El resultado de las propiedades sensoriales, se visualiza en la Tabla 12, en la que se muestra que está dentro del rango de “me disgusta mucho” a “me gusta mucho” comparado con la muestra patrón, presenta a continuación en la Tabla 12:

Tabla 12

Propiedades sensoriales.

TRATAMIENTO	VARIABLE	COLOR	OLOR	SABOR	APARIENCIA
O	Temperaturas (°C)	\hat{x}	\hat{x}	\hat{x}	\hat{x}
T1	40	3	4	4	2
T2	50	2	3	4	4
T3	60	3	4	4	4
M.P	-	4	4	5	5

*Donde \hat{x} es la moda, se utilizó la prueba de comparación de rango múltiple de Dunnett y se tomó como control hojas de manzanilla fresca.

En la Tabla 12, se muestra los resultados de la moda de las propiedades sensoriales por lo siguiente **Para el Color**, de las hojas de manzanilla del tratamiento T1 y T3 con una moda de 3 se define como me gusta moderadamente teniendo mayor similitud con la muestra patrón con una moda de 4 donde se define como me gusta moderadamente. Por otra parte, **Para el Olor**, de las hojas de manzanilla del tratamiento T1 y T3 con una moda de 4 donde se define como me gusta moderadamente tiene mayor similitud con la muestra patrón de una moda de 4 donde se define como me gusta moderadamente. De igual manera **Para el Sabor**, los tratamientos T1, T2 y T3 muestran un resultado de la moda de 4 donde se define como me gusta moderadamente teniendo mayor similitud con la muestra patrón de una moda de 5 donde se define como me gusta mucho. Así mismo **Para la Apariencia**, de las hojas de la manzanilla del tratamiento T2 y T3 de moda 4 donde se define me gusta moderada mente teniendo mayor similitud con la muestra patrón con una moda de 5 donde se define como me gusta moderadamente.

5.3.1 Color

Respecto al color.

En la Tabla 13, se muestran los resultados del promedio respecto al color donde indica, que el tratamiento T3, tiene mayor promedio de 2.75, siendo similar a la muestra patrón con una temperatura de secado de 60°C.

Tabla 13

Rangos promedios respecto al color.

Rango promedio	
T1	2.15
T2	2.33
T3	2.75

Tabla 14

Estadístico de prueba respecto al color.

Estadístico de prueba	
N	30
Chi-cuadrado	6.905
gl	3
Valor p	0.075

En cuanto, al atributo del color se muestran también en las tablas (13) y (14), donde se ilustran los resultados para los rangos promedios y la prueba estadística el cual el valor $-p > 0.05$, lo que quiere decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, al menos en dos de estas.

Escudero y Muñoz (2005), manifiestan que los polifenoles contribuyen a la pigmentación de los alimentos vegetales a través de las antocianidinas, así mismo el cuadro de resultados muestra que los tratamientos muestran diferencias en el color debido al cambio de temperatura en la manzanilla ocurre un ligero cambio en la pigmentación de la manzanilla.

Por otra parte, García et al. (2015), manifiestan que otros polifenoles, como los ácidos hidroxicinámicos y sus derivados, pueden ser oxidados por enzimas presentes en los tejidos vegetales, dando lugar a productos de color pardo.

Respecto al olor.

En la Tabla 15, se observan los resultados del promedio respecto al olor donde, indica que el tratamiento T2 tiene mayor promedio de 2.35, siendo similar a la muestra

patrón con una temperatura de secado de 50°C, por otro lado, en la Tabla 16, se observan los resultados donde se aprecia que las hojas deshidratadas de la manzanilla respecto al olor, el cual el valor – $p < 0.05$, lo que indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos, es decir los tratamientos son diferentes entre sí.

Tabla 15

Rango promedio respecto al olor.

Rango promedio	
T1	3.25
T2	2.35
T3	2.20

Tabla 16

Estadístico de prueba respecto al olor.

Estadístico de prueba	
N	30
Chi-cuadrado	19.766
gl	3
Valor p	0.000

De igual forma, con respecto al atributo del olor se muestran, los resultados de los rangos promedios y la prueba estadística en las Tablas (15) y (16) respectivamente, los cuales refieren que según el valor de significación (valor- $p=0.000$) es menor al 0.05 (5%). Este resultado; indica que existen diferencias altamente significativas; entre los tratamientos con respecto al olor, es decir, que los panelistas presentaron mayor predilección por el olor de uno o más tratamientos.

Luque (2016)., concluye respecto al olor, el efecto de las hierbas aromáticas; es más, evidente para la muña que la hierba luisa o cola de caballo, donde se proyecta que podría alcanzar hasta 8,68 de escala de aceptabilidad del olor si es que solo fueran elaboradas con dicha hierba, es decir que la mezcla de las hierbas da como resultado una bebida con olor no muy favorable para los consumidores, por lo tanto, que en nuestro trabajo de investigación el 3.25 de promedio de aceptabilidad de 30

panelistas en conclusión el 90% de aceptabilidad como hierba aromática de la manzanilla.

Respecto al sabor.

En las Tablas (17) y (18), se observa los rangos promedios de cada tratamiento con respecto al sabor, y los resultados de la prueba de hipótesis, donde las hojas deshidratadas de la manzanilla muestran los resultados respecto al sabor del valor $p < 0.05$; lo que, indica que, si existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos con respecto al sabor; es decir, que los panelistas evaluadores presentaron mayor predilección por el sabor de uno o más tratamientos.

Tabla 17

Rango promedio respecto al sabor.

Rango promedio	
T1	2.58
T2	2.73
T3	2.10

Tabla 18

Estadístico de prueba respecto al sabor.

Estadístico de prueba	
N	30
Chi-cuadrado	6.888
gl	3
Valor p	0.000

De acuerdo a Luque (2016)., observa que cuando las infusiones se preparan con los máximos niveles de concentración de las hierbas cola de caballo y hierba luisa, los rangos de aceptabilidad ajustados están entre 5,1 a 6,9 según la escala hedónica de 10 puntos, por lo que coincidimos con Lo que entre los rangos de aceptabilidad de la manzanilla de 2.10 a 2.73 de promedio.

García et al. (2015), manifiestan que los flavonoles aportan el color amarillo característico de algunas partes externas de frutas o vegetales, las flavanonas son responsables del sabor amargo de algunos cítricos (por ejemplo, la naringina en el

pomelo o la neohesperidina en la naranja), el eugenol caracteriza el intenso aroma de los plántanos o los toninos que confieren la astringencia a algunas frutas.

Respecto a la apariencia.

De igual manera, con respecto al apariencia se muestran, los resultados de los rangos promedios y la prueba estadística en las Tablas (19) y (20), respectivamente, los cuales refieren que según el valor de significación (valor- $p=0.000$ es menor al 0.05 (5%); este resultado indica, que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos con respecto a la apariencia general; es decir, que los panelistas evaluadores presentaron mayor predilección por la apariencia de uno o más tratamientos.

Tabla 19

Rango promedio respecto a la apariencia.

Rango promedio	
T1	2.53
T2	2.67
T3	2.83

Tabla 20

Estadístico de prueba respecto a la apariencia.

Estadístico de prueba	
N	30
Chi-cuadrado	13.326
gl	3
Valor p	0.004

Según Rodríguez (2003), que obtuvo el tiempo que tarda en hacerse visible la turbidez depende de diversos factores, como el contenido y tipo de proteínas, taninos (compuestos polifenólicos), del medio que involucra pH, temperatura, oxidación, presencia de sales, metales trazas, agitación y también de condiciones de exposición a la luz y adsorción en el filtro, que pueden acelerar o retardar la aparición de turbidez coloidal.

Con los datos obtenidos de los rangos en la prueba de Friedman se generó un diagrama del cual el resultado se muestra a continuación:

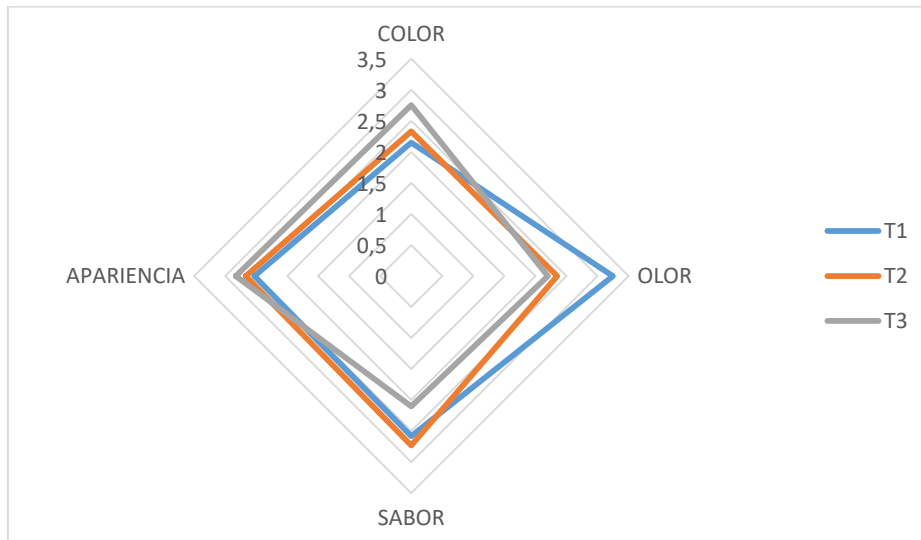


Figura 16. Diagrama radial para las propiedades sensoriales

En la figura 16, se observa que todos los tratamientos respecto al olor, color, sabor y apariencia general oscilan entre los valores de 2 a 3 de promedio por lo que se muestra en la diagrama radial, respecto al color el tratamiento T3 muestra mayor promedio, en cuanto al olor el tratamiento T1 obtiene mayor promedio, de igual forma respecto al sabor se obtiene el mayor tratamiento el T2 y mientras tanto para la apariencia el tratamiento de mayor promedio es el T3.

CONCLUSIONES.

- ✓ Se analizó la variación del color de las hojas de las manzanillas secadas a diferentes temperaturas de 40, 50 y 60 °C y se presentó disminución de la luminosidad L^* y el parámetro b^* con el incremento de la temperatura es decir con tendencias más a grises, mientras que se incrementó a^* con tendencias más a verdes en referencia a la hoja fresca ; por otra parte al comparar el color de las hojas secadas la temperatura muestran efecto significativo ($p\text{-valué} < 0.05$) inverso en L^* y b^* , mientras que para el parámetro a^* es directo presentando este mayor variabilidad, se encontró que el mejor tratamiento que conserva el color de las hojas de la manzanilla es la temperatura de 40 °C.
- ✓ En cuanto a las propiedades sensoriales, se observó que el atributo olor y sabor disminuyen considerablemente con el incremento de la temperatura, mientras que el color disminuye, en tanto que la apariencia no mostró diferencia significativa a las temperaturas de secado, en general a 40°C de secado se obtuvo mejores cualidades de las hojas de la manzanilla.

RECOMENDACIONES.

- ✓ Para mantener el color de las hojas de la manzanilla se recomienda realizar un secado a una temperatura de 40°C.
- ✓ Realizar estudios de secado de las hojas de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*) con otros tipos secadores y comparar la influencia en la calidad de hojas de la manzanilla con el secador utilizado en esta investigación.
- ✓ Realizar estudios sobre el efecto de secado en los compuestos activos de las hojas de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*).
- ✓ Realizar productos derivados de las hojas de la manzanilla con los resultados proporcionados en la investigación; tales así, como aceites esenciales, perfumes y en la industria medicinal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, R., Gabito, J., Y Chirife, J. (1985). *Utilización de la segunda ley de Fick para la evaluación del coeficiente de difusión en el proceso de alimento controlada por la difusión interna*. Tecnología de los alimentos, Vol.20.
- Aspurz, J. (2011). *Obtención de curvas de secado de tomillo (thymus vulgaris)*. (Tesis de pregrado). Universidad Pública de Navarra. Viosa Minas Gerais, Brasil.
- Andrade, L. (2009). *“Diseño de una maquina secadora de hojas aromáticas”*, ejecutada en la Escuela Politécnica Nacional.
- Aqualab, (2020). *Medidores de actividad de agua, Actividad del agua*. <http://aqualab.es/contacto.htm#> (25-06/2010).
- Álvarez .B. *Nombre vulgares de las plantas en la Península Ibérica a islas baleadas*. Tesis doctoral. Madrid: Facultad de ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, (2006).
https://www.fitoterapia.net/php/descargar_documento.php?id=4654&doc_r=sn&num_volumen=16&secc_volumen=5956.
- Argyropoulos, D., & Müller, J. (2014). *Changes of essential oil content and composition during convective drying of lemon balm (Melissa officinalis L.)*. Industrial Crops and Products, 52, 118 - 124.
- Artigas, J. M. (2002). *“Tecnología del color”*., Ed. D' aquesto edicio Universitat de Valencia.
- Anzaldúa, M. (1994). *En La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*: en lengua española. Zaragoza: Acriba S.A.
- Anzaldúa Morales Antonio. *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. España. Editorial Acribia S. A.(1994).
- Albertí, P. (2000). *Medición del color*. In: Cañeque, V., Sañado, C. (Eds.), *Metodología para el estudio*. Monografías INIA, Madrid.
- Brunton, J. (2001). *Fitoquímica Plantas Medicinales*. Zaragoza: Acribia s.a.

- Borda, V. (2012). “*Sistema híbrido Termo-fotovoltaico: Modelo termodinámico para el secado de hoja de Yuca Forrajera (Manihot esculenta, Crantz)*”, realizada en la Universidad Nacional de Colombia
- Barbosa, G. Y Vega, H. (2000). *Deshidratación de Alimentos*. Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- Badui, S. (1990). *Química de los alimentos*. 2da edición. México: Alhambra Mexicana. S.A.
- Bota, E; Castro, J; Sancho, J. (1999). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. Barcelona, España, Universidad de Barcelona. p. 136.
- Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos*. 4 ed. Pearson Educación. México.
- Blum, E. T. (1994). *La armonía de los colores*; Barcelona: Sutton.
- Bello, J. (2008). *Ciencia Bromatológica; Principios Generales de Los Alimentos*, Ediciones Díaz de Santos S. A., Madrid.
- Cárdenas, G. (2009). “*Optimización del proceso de secado de la manzanilla (Matricaria Chamomilla) y del toronjil (Melissa Officinalis), con la unión de comunidades indígenas campesinas de Juan Montalvo*”, desarrollada en la Escuela Politécnica Nacional.
- Carranza, J. (2001). *Cinética de secado de hojas de plantas aromáticas de toronjil*. Trabajo de Fin de Carrera, Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), Iquitos, Perú.
- Cruz, P. (2009). *Elaboración y control de calidad del gel antimicótico de Manzanilla (Matricaria chamomilla), Matico (Aristiguetia) y Marco (Ambrosia aborescens)*. Chimborazo: Tesis.
- Calvo, C., Durán, L. (1997). *Propiedades físicas II: Ópticas y color. Temas en Tecnología de Alimentos*. Editado por J. M. Aguilera. Instituto Politécnico Nacional, México.
- Díaz, C. (2010). *En su trabajo de investigación “efecto del tiempo de secado y de la variedad en las características físico-químicas de la albahaca (Ocimum basilicum) seca”*.

- Elías, LG; Jeffery, LE; Watts, BM; Ylimaki, GL. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. Ottawa, Canadá, Internacional Development Research Centre.
- Espinoza, J. (2011). *Aplicación de un proceso de secado asistido infrarrojo para la deshidratación del fruto de murtila (Ugni molinae Turcz)* (Tesis de pregrado) Universidad de Chile, Santiago, Chile
- Espinoza, J.M. (2020). "*Evaluación sensorial de los alimentos*"; Ed. Universitaria Cuba
- Escudero Fernando Ramos, Muñoz Jáuregui, Ana María. (2005). *Compuestos Fenólicos en los Alimentos VII Congreso Nacional de Ciencias y Tecnología de Alimentos Lambayeque*
- Fito, P., Andrés A., Barat J., Albors A. (2001). *Introducción al secado de alimentos por aire caliente*. Valencia, editorial U.P.V.
- Fernanda, Rojas Vallejo. M. (2014). *Determinación de un Modelo de Ratio de secado en Manzana y Manzanilla para lograr la eficiencia de secado del producto en la Provincia de Chimborazo*. Universidad Nacional de Chimborazo Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Agroindustrial.
- Fennema, O. R. (2000). *Química de Los Alimentos*. Segunda Edición. Editorial ACRIBIA, S.A. Zaragoza - España.
- Fennema, O. (1993). *Química de los Alimentos*. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. España. 1095p.
- Frazier, W. (2003). *Microbiología de los Alimentos*; 4ta Ed. Editorial Acriba: Zaragoza, España.
- Geankoplis, C. (1998). *Procesos de transporte y Operaciones Unitarias (3ra ed.)*. Editorial, SACCE: México.
- García, S., Schmalko, M. Y Tanzariello, A. (2007). *Isotermas de adsorción y cinética de secado de ciertas hortalizas y aromáticas cultivadas en misiones*. Agencia de Extensión Rural Oberá- INTA, 36

- García, S.V; Schmalko, M.E; Tanzariello, A. (2007). *Isotermas de adsorción y cinética de secado de ciertas hortalizas y aromáticas cultivadas en Misiones – Argentina*. Rev. RIA, INTA, Argentina.
- Geankoplis, C. (1998). *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. 3 edición. Cecsca, México, D.F.
- Giri, S. K; Prasad, S. (2007). *Drying kinetics and rehydration characteristics of microwave-vacuum and conectiva hot-air dried mushrooms*. Journal of Food Engineering, 78, pp. 512–521.
- Gutierrez Galdos, S. (2017). *Evaluación del Proceso de Secado en las Hojas de Romero (Rosmarinus officinalis) a Diferentes Temperaturas*.
- Geankoplis, C. (1998). *Procesos de transporte y Operaciones Unitarias* (3ra ed.). Editorial, SACCE: México.
- Grández Gil, G. (2008). *Evaluación sensorial y fisicoquímica de néctares mixtos de frutas a diferentes proporciones*. Universidad de Piura. Piura-Perú.
- Gálvez, (2007). *Simulación matemática del proceso de la gracilaria chilena (Gracilaria chilensis)*. Revista de ingeniería.
- Galindo Román, C. V. (2017). *Secado de Hojas de Salvia (Salvia officinalis) y su Influencia en el Color y Propiedades Sensoriales*.
- Gutiérrez, H. Y Vara, R. (2008). *Análisis y diseño de Experimentos* (2da ed.). México: Editorial McGraw Hill.
- Garrido, G. (2008). *Gran Diccionario de las Plantas Medicinales*. Madrid: Libro Hobby Club S.A.
- García, F. (2014). *Evaluación de los efectos del proceso de secado sobre la calidad de la stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) y la hierbabuena (Mentha spicata)*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Huachi, Laura. (1999)”. *Respuestas de la manzanilla a tres fuentes de la materia orgánica y 3 diferentes distancias de siembra*”. Tesis previa a la obtención del título de ingeniero agrónomo, Universidad Central del Ecuador.

- Heymann, H; Lawless, H. (2010). *Evaluación sensorial de alimentos, principios y prácticas*. 2 ed. Nueva York, Estados Unidos, Springer. 626 p.
- Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), Iquitos, Perú.
- Ibarz, A. (2005). *Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos*, Ediciones Mundi Prensa, España.
- Jeria, M Y Pozo, A. (2011). *Estudio del secado convectivo de hojas de stevia rebaudiana y factibilidad técnico-económico de una planta elaboradora de edulcorante a base de stevia*. (Tesis de pre grado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Konica Minolta Sensing, (2007). *Color control from perception to instrumentation*.
- Luque Llanos C. M., (2016). *Determinación de polifenoles totales y aceptabilidad sensorial de una infusión a base de muña (Mintostachys mollis (kunth) griseb.), cola de caballo (Equisetum arvense L.), hierba luisa (Cymbopogon citratus) y saborizada con maracuyá (Passiflora edulis)*/tesis para el título profesional de ingeniería de industrias alimentarias, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna, Tacna – Perú.
- Labuza, T.(1984). *Moisture sorption: practical aspects of isotherm measurement and use*.MN: American association of cereal chemists.
- López B. J.; Rodríguez R. J.; Álvarez C. M.; Jarquin E. L.; Zuñiga G. M. (2003). *Cinética de Secado y Caracterización Físico-Químico de Tomates Deshidratados Tipo Roma en Respuesta a la Temperatura y al Flujo del Aire*. Premio Nacional en Ciencias y Tecnología de Alimentos. www.pncta.com.mx/pages/pncta_investigaciones_03h.asp?page=03e17.
- Muñoz, F. (2002). *Estudio del cultivo y procesamiento de plantas medicinales y aromáticas*. (4 ta ed.). Madrid, España: Editorial Mundi Prensa.
- Mujumdar, A. (2006). *Principles, Classification, and Selection of Dryers*. Handbook of Industrial Drying.

- Miranda, G. (2004). *Influencia de la temperatura, el envase y la atmosfera en la conservación de uvas pasas y albaricoques deshidratadas*. Tesis doctoral. Universidad de Valencia. España.
- Otles, S. (2008). *Handbook of food analysis instruments*. CRC Press.
- Olsen, E.D. (1986). *Métodos ópticos de análisis*. España: Reverté.
- Padilla, J. (2014). “*Estudio de perfectibilidad para la elaboración y comercialización de uvilla deshidratada, para la empresa Sumak Mikuy*”. Efectuada en la Universidad Técnica del Norte.
- Pamplona, J. (2006). *Enciclopedia de las Plantas Medicinales*. Buenos Aires: SAFELIZ.
- Paquita Ninarahui, R. (2015). *Efecto del escaldado y temperatura en la cinético de secado de las hojas de quinua (Chenopodium Quínoa Willd), variedad Salcedo Inía*.
- Palomino Cahuana, J. H. (2016). *Estudio de las condiciones de secado sobre la cinética de deshidratación de las hojas de romero (Rosmarinus Officinalis L.)*. <http://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/UPT/152/1/Palomino-Cahuana-Jessica.pdf>.
- Potter N. Y Hotchkiss, J., (1999). *Ciencia de los Alimentos*. Editorial - Acribia, S.A. Zaragoza. España. 667p. Poyrazoglu E.S., Yemis O., Kadacal C., Artic. N. “*Determination of capsaicinoide profile of different chilli pepppers grown in turkey*”. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85: 1435-1438, 2005.
- Pulido, H; Toricella, R; Zamora, E. (2007). *Evaluación sensorial: aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la industria alimentaria*. La Habana, Cuba, Editorial Universitaria. 131 p.
- Perea, P. C., Artigas, J. M., Ramo, J. P. (2002). *Tecnología del color*. Universitat de València. 428 páginas (Vol. 55).
- Rodríguez, J. (2013). *Contribución al estudio de la intensificación del proceso de secado de tomillo (Tymus vulgaris L): aplicación de ultrasonido y secado intermitente*. (Tesis doctoral). Universidad politécnica de valencia.

- Rodríguez, J. (2013). *Contribución al estudio de la intensificación del proceso de secado de tomillo (Thymus vulgaris L.): aplicación de ultrasonidos de potencia y secado intermitente*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia. España.
- Rahman, M.S.; Perera, C. O. (1999). *Secado y preservación de alimentos*. Marcel Dekker. New York. N.Y.
- Ramírez Álvarez, A. (2017). *Evaluación del proceso de secado convectivo de las hojas de hinojo (Foeniculum vulgare) a diferentes temperaturas*.
- Roos. B.; Cerimele, E.; Henning, C.; RÉ, M.S.; Mari, S.; Morales, N. Y Agrícola, S. (2000). *Producción de Aceites Esenciales y Hierbas Aromáticas Deshidratadas como Alternativa Agroindustrial*. Congreso "La Inserción de la Universidad en el Medio Rural". La Plata. Argentina pp. 482.
- Rubio.S.M. cultivo, *industrialización y comercialización de la manzanilla (Matricaria chamomilla) fecha de consulta 5 de mayo del (2012) disponible en:* <http://www.herbotecnia.com.ar/c-biblio010-21.html>.
- Sharma, S., Mulvaney, S. Y Rizvi, S. (2003). *Ingeniería de alimentos: operaciones unitarias y prácticas en laboratorio*. México: Editorial Limusa Wiley.
- Singh, R. y Heldman, D. (2009). *Introducción a la ingeniería de los alimentos*. Editorial ACRIBIA. 2da edición. España.
- Santana, V., Gurak, P., Marczak, L Y Tessaro, L. (2013). *Tracking bioactive compounds with colour changes in foods A review*. Dyes and pigments.
- Schuchmann, H. P., & Schuchmann, H. (2005). *Lebensmittelverfahrenstechnik: Rohstoffe, Prozesse, Produkte*. Wiley-VHC, Weinheim, Germany.
- Singh, R. P. y Heldman, D. R. (2001). *Introducción a la ingeniería de los alimentos*. 2da edición. España: Acribia S.A.
- Tonguino Borj M.I.,(2010). *"Determinación de las condiciones óptimas para la deshidratación de dos plantas aromáticas; menta (Mentha piperita L) y orégano (Origanum vulgare L)"*. TESIS, Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador.

- Ureña, M. y D'Arrigo, M., (1999). *Evaluación Sensorial de los Alimentos. Aplicación Didáctica*. Editorial Agraria. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. Primera Edición.
- Vega, A. (2007). *Simulación matemática del proceso de secado de la gracilaria chilena (Gracilaria Chilensis)*. Revista chilena de Ingeniería, 15(1).
- Vizcarra, M. (1998). *Efecto del contenido de humedad y la temperatura en la determinación de la difusividad del agua durante el secado de trigo en lecho fluidificado*. Ciencias ediciones IMIQ, 3(1).
- Vian, Angel. Ocon, Joaquín. (1979). *Elementos de Ingeniería Química, operaciones básicas*, Aguilar Ediciones, Madrid. 812 páginas
- Warren, L. Smith, J. Y Harriott. P. (1991). *Operaciones unitarias en ingeniería química*. Madrid, España: McGraw-Will.
- Watts, B; Ylimaki, G. (2001). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos (en línea)*. s.l. p 54. Consultado 24 jul. (2018). Disponible en https://www.academia.edu/5193414/M%C3%A9todos_sensoriales_b%C3%A1sicos_para_la_evaluaci%C3%B3n_de_alimentos.
- X-Rite (2002). *Guía para entender la comunicación del color*.

ANEXOS.

Anexo 1. Tabla de secado para las hojas de la manzanilla.

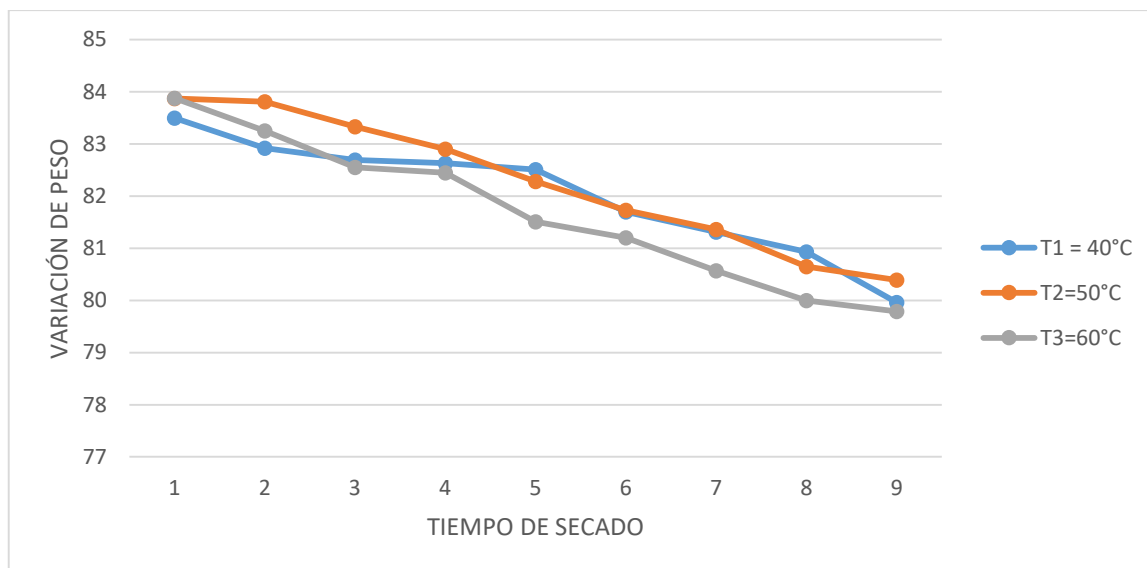
Tiempo	T1 = 40°C	T2=50°C	T3=60°C
1	83.5	83.87	83.88
2	82.92	83.81	83.25
3	82.69	83.33	82.55
4	82.63	82.90	82.45
5	82.51	82.28	81.51
6	81.70	81.73	81.20
7	81.31	81.36	80.57
8	80.93	80.65	80.00
9	79.96	80.39	79.79

Anexo 2. Resultados del % Humedad final de las hojas de la manzanilla.

Tratamiento	\bar{x}	\pm	S	CV
T1	3.177	\pm	1.12	0.014
T2	4.329	\pm	1.31	0.016
T3	5.126	\pm	1.44	0.018

En el anexo 2, se muestra los tratamientos realizados con la desviación estándar de 0.018% siendo el tratamiento T3 tiene mayor promedio de 5.126%. Donde, en su investigación indica Tonguino (2010)., Que a 34,6 °C de temperatura a la que sometió las hojas de orégano, con un espesor de material de 4,1 cm obtiene una humedad óptima de 6,1 %, manteniendo constantes la humedad relativa y la velocidad del aire. Por lo consiguiente, en nuestro trabajo de investigación se obtuvo la humedad de 3.177% a la temperatura de 40 °C, 4.329% de humedad final en la temperatura de 50 °C y 5.126% de humedad final a la temperatura de 60°C, manteniendo constante de 1 m/s la velocidad del aire en las hojas de la manzanilla, donde se puede observar en anexo 3, el gráfico de secado de la manzanilla donde el tratamiento T3 pierde mayor porcentaje de agua y el tratamiento T1 pierde la menor cantidad de agua.

Anexo 3. Gráfico de secado de las hojas de la manzanilla.



En el Anexo 3 podemos observar la tabla de secado de las hojas de la manzanilla; por lo tanto, se muestra, el gráfico de secado de las hojas de la manzanilla, donde varían los porcentajes de humedad final debido a diferentes temperaturas de estudio.

Por otra parte, Muñoz (1996)., manifiesta que es preferible secar las plantas aromáticas a temperaturas bajas para que se conserven ciertos compuestos volátiles como: alcaloides, compuestos aromáticos y otros compuestos de las plantas, porque a mayor temperatura se volatilizan estos componentes.

Anexo 4. Resultados de la actividad de agua (aw). Para las hojas de la manzanilla fresca.

Tratamiento	Temperatura	Aw
T1.0	40	0.977
T2.0	50	0.990
T3.0	60	0.987
T1.0	40	0.981
T2.0	50	0.967
T3.0	60	0.462
T1.0	40	0.972
T2.0	50	0.983
T3.0	60	0.979

Anexo 5. Resultados de la actividad del agua (a_w) para las hojas de la manzanilla fresca.

Tratamiento	\bar{x}	\pm	S	Cv
T1	0.97	\pm	0.005	0.005
T2	0.98	\pm	0.012	0.012
T3	0.81	\pm	0.301	0.372

Anexo 6. Resultados de la actividad de agua (A_w). Para las hojas de la manzanilla seca.

tratamiento	Temperatura	a_w
T1	40	0.689
T2	50	0.632
T3	60	0.565
T1	40	0.503
T2	50	0.554
T3	60	0.676
T1	40	0.659
T2	50	0.641
T3	60	0.607

- **Rendimiento**

Para el cálculo del rendimiento de las hojas de la manzanilla, en estudio se tomó en consideración hacerlo en forma total, para cada tratamiento se calculó a diferentes temperaturas de 40,50 y 60 °C, se muestra en el anexo 7.

Se calculó el rendimiento (%), con la siguiente formula.

Donde:

$$R = \frac{P_{final}}{P_{inicial}} \times 100\%$$

Del cual los resultados de rendimiento se muestran en el anexo 7.

Anexo 7. Resultados de rendimiento de las hojas de la manzanilla.

tratamiento	Cantidad(gr)	Rendimiento (%)
-------------	--------------	-----------------

T1	14.8	5.5
T2	14.4	5.3
T3	15.9	5.9

Anexo 8. Resultados de la actividad del agua (aw) para las hojas de la manzanilla seca.

Tratamiento	\bar{x}	\pm	S	CV
T1	0.617	\pm	0.100	0.162
T2	0.609	\pm	0.048	0.076
T3	0.616	\pm	0.056	0.091

En el Anexo 8, se muestran los resultados de la actividad del agua (aw) para las hojas de la manzanilla por triplicado.

Existe actividad de agua que limita el crecimiento de mohos, levaduras y bacterias. Es así, que la mayoría de las bacterias, no crecen en actividad de agua (aw) debajo de 0.91, la mayoría de mohos y levaduras dejan de crecer en actividad de agua (aw) menores de 0.70 y las levaduras a un mínimo de actividad de agua (aw) de 0.62, por lo siguiente midiendo la actividad de agua es posible que microorganismos son potenciales de alteración, mientras tanto la actividad de agua no es la cantidad de agua que determina el límite más bajo de agua disponible para el crecimiento microbiano (Roos,2000).

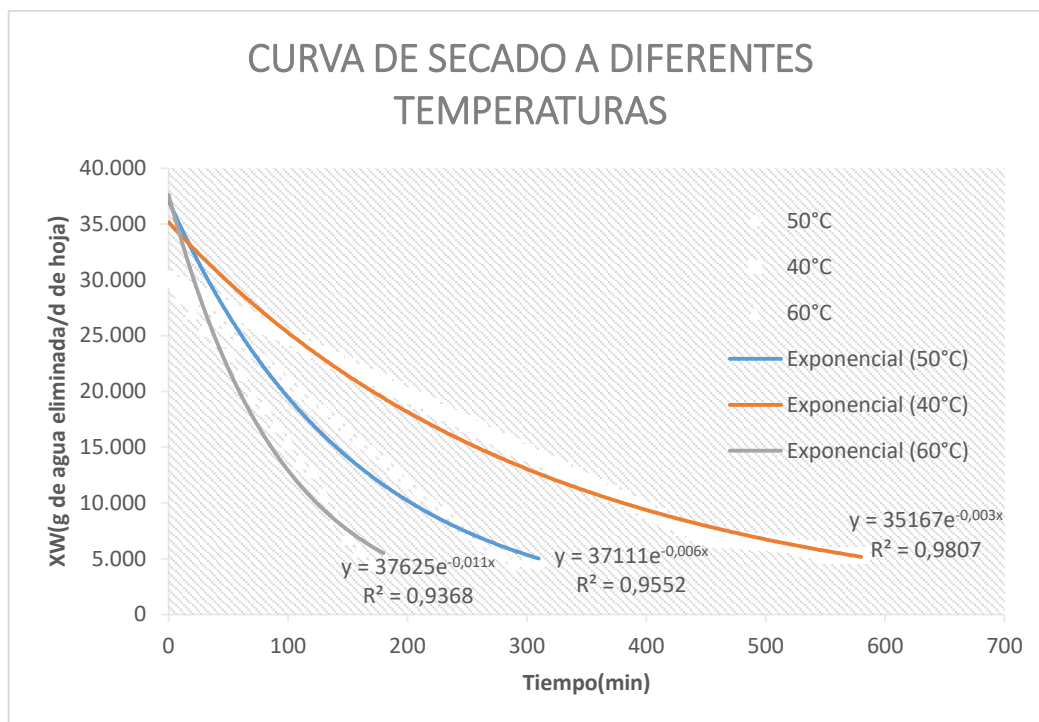
Así mismo, Aqualab (2002). Define que la estabilidad de un alimento y la actividad de agua se relacionan estrechamente en muchas situaciones (pero no en todas). La actividad de agua juega un rol significativo en la determinación de la actividad de enzimas, vitaminas en alimentos, puede tener un mayor impacto en el color, sabor y aroma.

Anexo 9. Resultado y discusión de la determinación de las curvas de secado de las hojas de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*) a las temperaturas de 40, 50 y 60°C.

En el anexo 9, se presentan las curvas de secado a 40°C, 50°C y 60°C. Se ajustó a un modelo tipo exponencial, se puede observar en la primera instancia el efecto de la temperatura sobre la curva de secado de las hojas de la manzanilla, en ella se observa que las curvas coinciden casi por completo a lo largo del tiempo de secado,

es así que no presento efecto significativo (p -valué <0.05) a estas temperaturas de secado, no obstante, se aprecia que existe pérdida de humedad rápida hasta aproximadamente, 580,310 y 190 minutos, se muestran en anexos 1 y 2.

Grafica de los datos de humedad en función al tiempo.



Los tiempos de secado para cada tratamiento fueron 580, 310 y 190 minutos a las temperaturas de 40, 50 y 60 °C (anexo 9). A partir de estos resultados se deduce que mientras mayores sean las temperaturas en el proceso de secado, menores son los tiempos requeridos para deshidratar de las hojas de la manzanilla. La temperatura de estudio en las curvas de secado de la manzanilla tiene un efecto significativo lo que evidencia que, al aumentar la temperatura del aire, se incrementa la velocidad de secado beneficiando la evaporación de agua que se hace más intensa y rápida a las temperaturas más altas. Al respecto (Geankoplis, 1998), indica que la migración por difusión de la humedad contenido en un alimento es el mecanismo predominante en el secado de la mayoría de los alimentos, tal es caso de los vegetales.

Así mismo, en ambas figuras se aprecia el comportamiento de creciente de las curvas de secado con el incremento de la temperatura Heldman y Lund (2007) ; mencionan que este es el comportamiento característico del secado de alimentos, es así que claramente se nota el secado constante sucede hasta los 10 minutos (punto B y C) la temperatura de 40°C , mientras para el secado decreciente a 40°C, fue de 580 minutos (intervalo C-D), de (intervalo C' - D') a 50°C y de 310 min, (intervalo C''

- D´) a 60°C de 190 min. Los compuestos aromáticos de las hojas de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*) y el tomillo (*Thymus vulgaris L*) a temperatura de 60°C, 190 min, Esturk (2012), indica que la cantidad total de aceites esenciales de la manzanilla disminuyó considerablemente durante el secado por microondas y con secado por convección a temperatura de 40 °C y 50 °C la pérdida de aceites esenciales fue menores.

Anexo 10. Pérdida de peso (g) de las hojas durante el secado a 40°C (T1).

T(min)	peso 1	peso 2	peso 3	Promedio de peso
0	30,000	30,000	30,000	30,000
10	29,483	29,482	29,483	29,483
20	28,966	28,965	28,965	28,965
30	28,449	28,447	28,448	28,448
40	27,932	27,930	27,930	27,931
50	27,415	27,412	27,413	27,413
60	26,898	26,895	26,895	26,896
70	26,381	26,377	26,378	26,379
80	25,864	25,860	25,860	25,861
90	25,347	25,342	25,343	25,344
100	24,830	24,825	24,825	24,827
110	24,313	24,307	24,308	24,309
120	23,796	23,790	23,790	23,792
130	23,279	23,272	23,273	23,275
140	22,762	22,755	22,761	22,759
150	22,245	22,237	22,244	22,242
160	21,728	21,720	21,727	21,725
170	21,211	21,202	21,210	21,208
180	20,694	20,685	20,693	20,691
190	20,177	20,167	20,176	20,173
200	19,660	19,650	19,659	19,656
210	19,143	19,132	19,142	19,139
220	18,626	18,615	18,625	18,622
230	18,109	18,097	18,108	18,105
240	17,592	17,580	17,591	17,588
250	17,075	17,062	17,074	17,070
260	16,558	16,545	16,557	16,553

270	16,041	16,027	16,040	16,036
280	15,524	15,510	15,523	15,519
290	15,007	14,992	15,006	15,002
300	14,490	14,475	14,489	14,485
310	13,973	13,957	13,972	13,967
320	13,456	13,440	13,455	13,450
330	12,939	12,922	12,938	12,933
340	12,422	12,405	12,421	12,416
350	11,905	11,887	11,904	11,899
360	11,388	11,370	11,387	11,382
370	10,871	10,852	10,870	10,864
380	10,354	10,335	10,353	10,347
390	9,837	9,817	9,836	9,830
400	9,320	9,300	9,319	9,313
410	8,803	8,782	8,802	8,796
420	8,286	8,265	8,285	8,279
430	7,769	7,747	7,768	7,761
440	7,669	7,230	7,251	7,383
450	7,569	6,712	6,734	7,005
460	6,735	6,738	6,735	6,736
470	6,645	6,736	6,645	6,675
480	6,550	6,734	6,550	6,611
490	6,458	6,732	6,458	6,550
500	6,366	6,693	6,366	6,475
510	6,273	6,591	6,273	6,379
520	6,181	6,398	6,181	6,253
530	6,088	5,598	6,088	5,925
540	5,996	5,496	5,996	5,829
550	5,260	5,394	5,261	5,305
560	5,260	5,260	5,261	5,260
570	5,261	5,260	5,259	5,260
580	5,260	5,259	5,261	5,260

Anexo 11. Pérdida de peso (g) de hojas durante el secado a 50°C (T2).

T (min)	peso 1	peso 2	peso 3	Promedio de peso
---------	--------	--------	--------	------------------

0	30,000	30,000	30,000	30,000
10	29,062	29,062	29,057	29,060
20	28,124	28,124	28,114	28,121
30	27,186	27,281	27,171	27,213
40	26,248	26,439	26,228	26,305
50	25,310	25,596	25,285	25,397
60	24,372	24,754	24,342	24,489
70	23,434	23,911	23,399	23,581
80	22,496	23,069	22,456	22,674
90	21,558	22,226	21,513	21,766
100	20,620	21,384	20,570	20,858
110	19,682	20,541	19,627	19,950
120	18,744	19,699	18,684	19,042
130	17,806	18,856	17,741	18,134
140	16,868	18,014	16,798	17,227
150	15,930	17,171	15,855	16,319
160	14,992	16,329	14,912	15,411
170	14,054	15,486	13,969	14,503
180	13,116	14,644	13,026	13,595
190	12,178	13,801	12,083	12,687
200	11,240	12,959	11,140	11,780
210	10,302	12,116	10,197	10,872
220	9,364	11,274	9,254	9,964
230	8,426	10,431	8,311	9,056
240	7,488	9,589	7,368	8,148
250	6,550	8,746	6,425	7,240
260	5,612	7,904	5,482	6,333
270	4,674	7,061	4,539	5,425
280	4,598	6,219	4,467	5,095
290	4,475	4,534	4,465	4,491
300	4,475	4,534	4,465	4,491
310	4,475	4,475	4,465	4,472

Anexo 12. Pérdida de peso (g) de hojas durante el secado a 60°C (T3).

T(min)	peso 1	peso 2	peso 3	promedio de peso
0	30,000	30,000	30,000	30,000
10	28,510	28,500	28,543	28,518
20	27,000	27,179	27,345	27,175
30	25,503	25,858	25,509	25,623
40	24,456	24,965	24,572	24,664
50	23,999	22,534	23,543	23,359
60	21,987	21,123	21,765	21,625
70	19,503	19,532	19,561	19,532
80	18,564	18,876	18,543	18,661
90	16,503	16,543	17,989	17,012
100	15,003	15,654	15,765	15,474
110	13,564	13,554	13,989	13,702
120	12,876	12,999	12,897	12,924
130	10,503	10,897	10,912	10,771
140	8,687	8,678	8,765	8,710
150	6,876	6,987	6,975	6,946
160	5,798	5,789	5,876	5,821
170	4,656	4,665	4,565	4,629
180	4,440	4,664	4,565	4,556
190	4,440	4,665	4,565	4,557

Anexo 13. Tabla de resultado de las coordenadas L*, a* y b*.

Temperaturas (°C)	L*	a*	b*
19	29.64	-2.36	9.10
19	28.62	-4.04	9.13
19	27.70	-3.71	8.32
40	27.52	1.09	3.02
40	27.51	-2.22	4.94
40	26.71	-3.71	8.29
50	25.55	-2.05	5.03
50	24.28	-2.89	5.47
50	23.72	-1.08	6.11
60	25.26	-2.43	6.43

60	26.34	-3.73	7.93
60	25.73	-0.23	5.31

Anexo 14. Tabla de resultados para las hojas de la manzanilla fresco y deshidratado de color (L^* , a^* y b^*).

Tratamientos	L^*	a^*	b^*
T0	28.65	-3.37	8.85
T1	27.25	-2.34	5.42
T2	24.52	-2.01	5.54
T3	25.78	-2.13	6.56

Anexo 15. Tabla ANOVA para L^* por temperaturas.

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	28.9255	3	9.64183	16.55	0.0009
Intra grupos	4.66047	8	0.582558		
Total (Corr.)	33.586	11			

Resumen estadístico para L^ .*

Temperaturas	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
19	3	28.6533	0.970429	3.38679%	27.7	29.64
40	3	27.2467	0.464794	1.70587%	26.71	27.52
50	3	24.5167	0.937674	3.82464%	23.72	25.55
60	3	25.7767	0.54151	2.10078%	25.26	26.34
Total	12	26.5483	1.74736	6.58181%	23.72	29.64

Pruebas de múltiples rangos para L^ por temperaturas.*

Método: 95.0 porcentaje LSD

temperaturas	Casos	Media	Grupos Homogéneos
50	3	24.5167	X
60	3	25.7767	X
40	3	27.2467	X
19	3	28.6533	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
19 – 40		1.40667	1.43709
19 – 50	*	4.13667	1.43709
19 – 60	*	2.87667	1.43709
40 – 50	*	2.73	1.43709
40 – 60	*	1.47	1.43709
50 – 60		-1.26	1.43709

* indica una diferencia significativa.

Prueba de Kruskal-Wallis para L por temperaturas.*

<i>Temperaturas</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
19	3	11.0
40	3	8.0
50	3	2.33333
60	3	4.66667

Estadístico = 9.97436 Valor-P = 0.0187847

Anexo 16. Tabla de ANOVA para coordenada cromática a* por temperaturas.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	3.4707	3	1.1569	0.72	0.5700
Intra grupos	12.9393	8	1.61741		
Total (Corr.)	16.41	11			

Pruebas de múltiples rangos para a por temperaturas.*

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>temperaturas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
19	3	-3.37	X
40	3	-2.34	X
60	3	-2.13	X
50	3	-2.00667	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
19 – 40		-1.03	2.39456
19 – 50		-1.36333	2.39456
19 – 60		-1.24	2.39456

40 – 50	-0.333333	2.39456
40 – 60	-0.21	2.39456
50 – 60	0.123333	2.39456

* indica una diferencia significativa.

Resumen estadístico para coordenadas a por temperaturas.*

<i>Temperaturas</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
19	3	-3.37	0.890112	-26.4128%	-4.04	-2.36
40	3	-2.34	1.31412	-56.1588%	-3.71	-1.09
50	3	-2.00667	0.905778	-45.1384%	-2.89	-1.08
60	3	-2.13	1.76918	-83.0601%	-3.73	-0.23
Total	12	-2.46167	1.2214	-49.6167%	-4.04	-0.23

<i>Temperaturas</i>	<i>Rango</i>	<i>Sesgo Estandarizado</i>	<i>Curtosis Estandarizada</i>
19	1.68	1.0381	
40	2.62	-0.288143	
50	1.81	0.151881	
60	3.5	0.524054	
Total	3.81	0.548355	-0.56376

Tabla de medias para a por temperaturas con intervalos de confianza del 95.0%.*

<i>temperaturas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est. (s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
19	3	-3.37	0.734259	-4.56728	-2.17272
40	3	-2.34	0.734259	-3.53728	-1.14272
50	3	-2.00667	0.734259	-3.20395	-0.809388
60	3	-2.13	0.734259	-3.32728	-0.932721
Total	12	-2.46167			

Prueba de Kruskal-Wallis para a por temperaturas.*

<i>temperaturas</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
19	3	3.83333
40	3	7.16667
50	3	8.33333
60	3	6.66667

Estadístico = 2.5345 Valor-P = 0.469084

Anexo 17. Tabla de ANOVA para b* por temperaturas.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	22.7848	3	7.59493	3.25	0.0811
Intra grupos	18.6952	8	2.3369		
Total (Corr.)	41.48	11			

Resumen estadístico para b por tratamiento.*

<i>temperaturas</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
19	3	8.85	0.459239	5.18914%	8.32	9.13
40	3	5.41667	2.66714	49.2395%	3.02	8.29
50	3	5.53667	0.543078	9.80875%	5.03	6.11
60	3	6.55667	1.31458	20.0496%	5.31	7.93
Total	12	6.59	1.94188	29.4671%	3.02	9.13

<i>Temperaturas</i>	<i>Rango</i>	<i>Sesgo Estandarizado</i>	<i>Curtosis Estandarizada</i>
19	0.81	-1.21887	
40	5.27	0.550514	
50	1.08	0.384725	
60	2.62	0.303753	
Total	6.11	-0.267728	-0.642882

Tabla de medias para b por temperaturas con intervalos de confianza del 95.0%.*

<i>temperaturas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est. (s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
19	3	8.85	0.882591	7.41085	10.2891
40	3	5.41667	0.882591	3.97752	6.85582
50	3	5.53667	0.882591	4.09752	6.97582
60	3	6.55667	0.882591	5.11752	7.99582
Total	12	6.59			

Prueba de Kruskal-Wallis para b por temperaturas.*

<i>temperaturas</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>

19	3	11.0
40	3	4.0
50	3	4.66667
60	3	6.33333

Estadístico = 6.89744 Valor-P = 0.0752378

Anexo 18. Tabla de resultados de las coordenadas de color L*, a* y b* de secado para las hojas de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*) a las temperaturas de 40, 50 y 60 °C.

TEMPERATURAS	L*	a*	b*
Manzanilla fresca	29.64	-2.36	9.10
Manzanilla fresca	28.62	-4.04	9.13
Manzanilla fresca	27.70	-3.71	8.32
promedio	28.6533333	-3.37	8.85

Temperaturas	L*	a*	b*
Manzanilla secada a 40 °c	27.52	-1.09	3.02
Manzanilla secada a 40 °c	27.51	-2.22	4.94
Manzanilla secada a 40 °c	26.71	-3.71	8.29
Promedio	27.2466667	-2.34	5.41666667

Temperaturas	L*	a*	b*
Manzanilla secada a 50 °c	25.55	-2.05	5.03
Manzanilla secada a 50 °c	24.28	-2.89	5.47
Manzanilla secada a 50 °c	23.72	-1.08	6.11
Promedio	24.5166667	-2.0066667	5.53666667

Temperaturas	L*	a*	b*
Manzanilla secada a 60 °c	25.26	-2.43	6.43
Manzanilla secada a 60 °c	26.34	-3.73	7.93
Manzanilla secada a 60 °c	25.73	-0.23	5.31

Promedio

25.7766667

-2.13

6.55666667

Anexo 19. Prueba de Normalidad para cada tratamiento

Tratamiento	W	p-valué	Distribución
	Color		normal
40 °C	0.75489	0.00001	No
50 °C	0.76962	0.00002	No
60 °C	0.52579	0.00000	No
M.P.	0.74693	0.00001	No
Olor			
40 °C	0.63662	0.00000	No
50 °C	0.80263	0.00007	No
60 °C	0.77181	0.00002	No
M.P.	0.83151	0.00026	No
Sabor			
40 °C	0.77800	0.00003	No
50 °C	0.64636	0.00000	No
60 °C	0.58564	0.00000	No
M.P.	0.82538	0.00020	No
Apariencia			
40 °C	0.77195	0.00002	No
50 °C	0.72100	0.00000	No
60 °C	0.45216	0.00000	No
M.P.	0.77496	0.00002	No

Dónde: W, coeficiente del test Shapiro-Wilks; p-valué es la probabilidad evaluada al 5%

Se observa los datos de la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, donde vemos que todos los valores del valor $-p < 0.05$; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se, acepta la hipótesis alterna, donde: la medida de los resultados del secado de las hojas de la manzanilla a las temperaturas de 40,50 y 60 °C si presentan diferencias significativas en las propiedades sensoriales; lo que indica, que nuestros datos no siguen una distribución normal, es decir una distribución no paramétrica.

Anexo 20. Anova y pruebas de múltiples rangos de análisis propiedades sensoriales respecto al color.

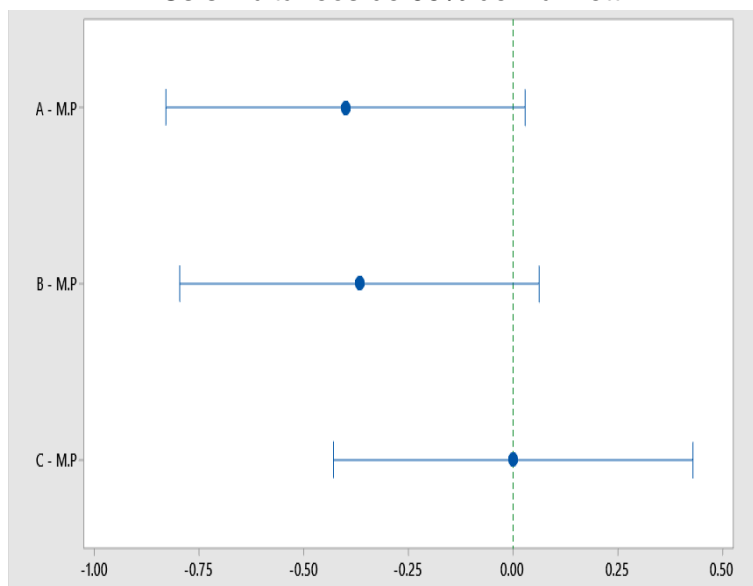
ANOVA para el color.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	4.425	1.4750	3.04	0.032
Error	116	56.367	0.4859		
Total	119	60.792			

Comparaciones múltiples de Dunnett con un control

Factor	N	Media	Agrupación
M.P(Control)	30	4.233	A
C	30	4.2333	A
B	30	3.867	A
A	30	3.833	A

ICs simultáneos de 95% de Dunnett



Si un intervalo no contiene cero, la media correspondiente es significativamente diferentes de la media de control.

Anexo 21. Anova y pruebas de múltiples rangos de análisis propiedades sensoriales respecto al olor.

ANOVA para el olor.

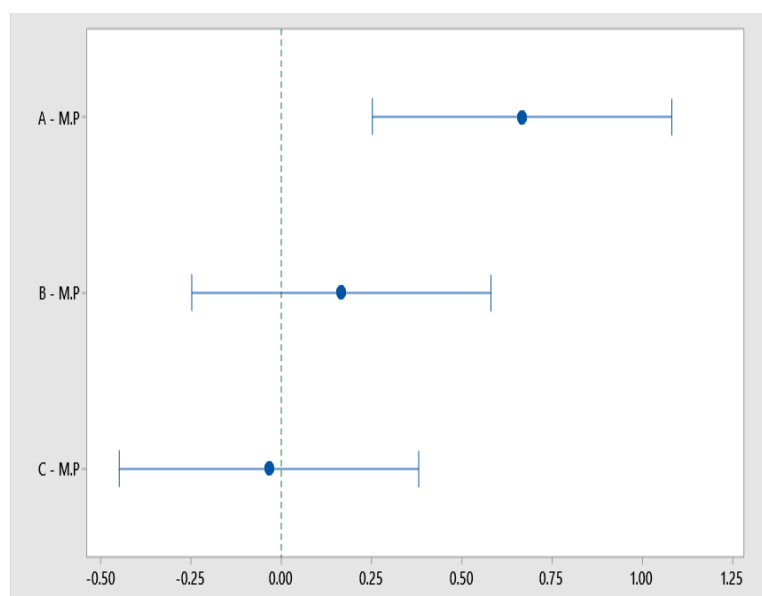
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
---------------	-----------	------------------	------------------	----------------	----------------

Factor	3	9.400	3.1333	6.91	0.000
Error	116	52.600	0.4534		
Total	119	62.000			

Comparaciones múltiples de Dunnett con un control

Factor	N	Media	Agrupación
M.P(Control)	30	3.800	A
A	30	4.4667	A
B	30	3.967	A
C	30	3.767	A

ICs simultáneos de 95% de Dunnett



Si un intervalo no contiene cero, la media correspondiente es significativamente diferentes de la media de control.

Anexo 22. Anova y pruebas de múltiples rangos de análisis propiedades sensoriales respecto al sabor.

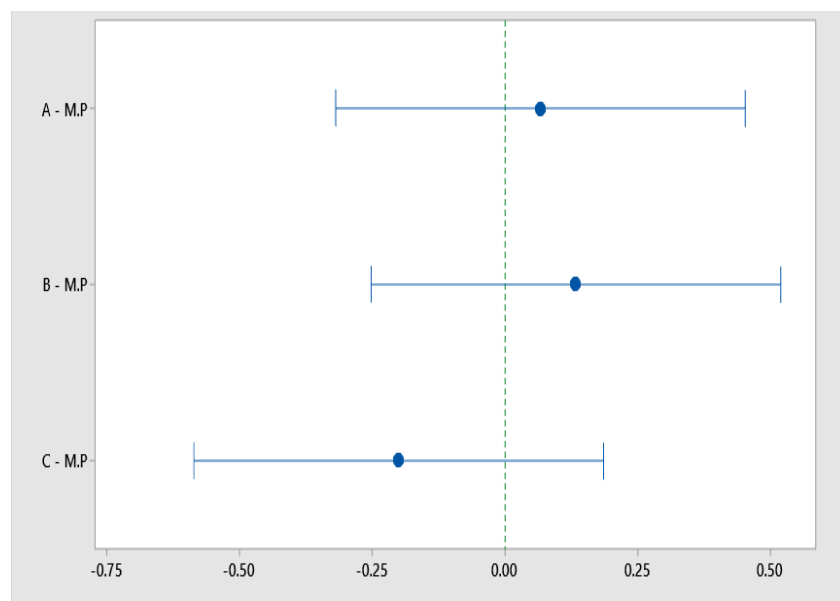
ANOVA para el sabor.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	1.867	0.6222	1.58	0.197
Error	116	45.600	0.3931		
Total	119	47.467			

Comparaciones múltiples de Dunnett con un control

Factor	N	Media	Agrupación
M.P(Control)	30	4.067	A
B	30	4.2000	A
A	30	4.133	A
C	30	3.8667	A

ICs simultáneos de 95% de Dunnett



Si un intervalo no contiene cero, la media correspondiente es significativamente diferentes de la media de control.

Anexo 23. Anova y pruebas de múltiples rangos de análisis propiedades sensoriales respecto a la apariencia.

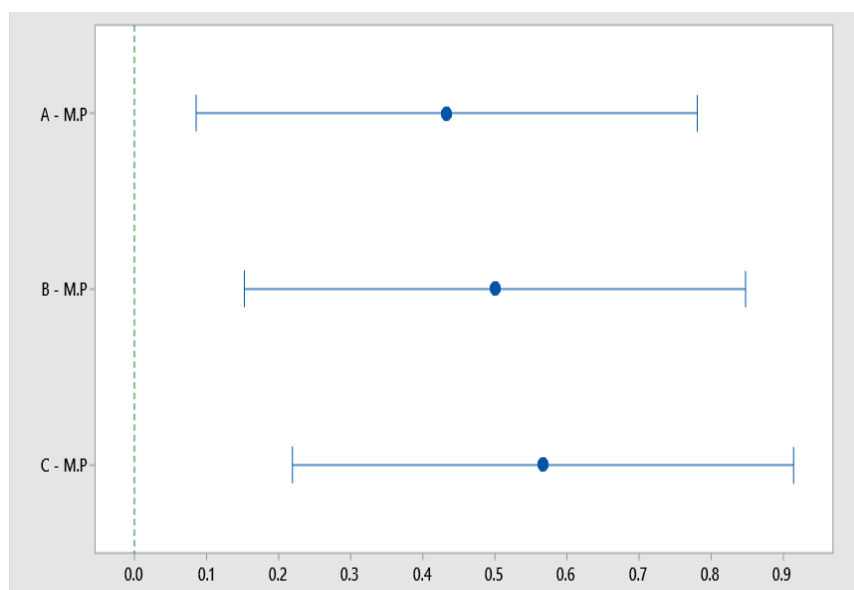
ANOVA para la apariencia.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	5.892	1.9639	6.15	0.001
Error	116	37.033	0.3193		
Total	119	42.925			

Comparaciones múltiples de Dunnett con un control

Factor	N	Media	Agrupación
M.P(Control)	30	3.600	A
C	30	4.1667	
B	30	4.100	
A	30	4.033	

ICs simultáneos de 95% de Dunnet



Si un intervalo no contiene cero, la media correspondiente es significativamente diferentes de la media de control.

Anexo 24. Cartilla de evaluación sensorial de secado para las hojas de la manzanilla en sus tres tratamientos.

Nombre.....

Fecha: edad:.....

Marque con una "X" la alternativa que usted considere.

COLOR

Puntuación	Alternativas	Código			
		A	B	C	M.P
5	Me gusta mucho				
4	Me gusta moderadamente				
3	No me gusta ni me disgusta				
2	Me disgusta moderadamente				
1	Me disgusta mucho				

OLOR

Puntuación	Alternativas	Código			
		A	B	C	M.P
5	Me gusta mucho				
4	Me gusta moderadamente				
3	No me gusta ni me disgusta				
2	Me disgusta moderadamente				
1	Me disgusta mucho				

SABOR

Puntuación	Alternativas	Código			
		A	B	C	M.P
5	Me gusta mucho				
4	Me gusta moderadamente				
3	No me gusta ni me disgusta				
2	Me disgusta moderadamente				
1	Me disgusta mucho				

APARIENCIA GENERAL

Puntuación	Alternativas	Código			
		A	B	C	M.P
5	Me gusta mucho				
4	Me gusta moderadamente				
3	No me gusta ni me disgusta				
2	Me disgusta moderadamente				
1	Me disgusta mucho				

OBSERVACIONES.....

Muchas gracias.

Anexo 25. Resultados de las propiedades sensoriales para el color de las hojas de la manzanilla.

Color				
N° de panelistas	A	B	C	M.P
1	5	4	4	4
2	4	4	4	3
3	4	4	5	4
4	4	3	5	4
5	3	3	4	5
6	4	5	4	5
7	3	3	4	5
8	4	5	4	5
9	5	4	4	5
10	4	4	4	4
11	4	4	5	4
12	4	3	5	2
13	3	3	4	4
14	4	5	4	5
15	3	3	4	5
16	4	5	4	4
17	4	3	5	4
18	3	3	4	2
19	4	5	4	4
20	3	3	4	4
21	4	5	4	4
22	5	4	4	4
23	4	4	4	5
24	4	5	4	5
25	3	3	4	5
26	4	5	4	4
27	4	3	5	4
28	3	3	4	5
29	4	5	4	4

30

4

3

5

5

Anexo 26. Datos de las propiedades sensoriales de color ranqueados (R).

N° de panelistas	Color			M.P
	A	B	C	
1	29	17,5	12	11
2	18	17,5	12	3
3	18	17,5	27	11
4	18	7	27	11
5	4,5	7	12	24,5
6	18	26	12	24,5
7	4,5	7	12	24,5
8	18	26	12	24,5
9	29	17,5	12	24,5
10	18	17,5	12	11
11	18	17,5	27	11
12	18	7	27	1,5
13	4,5	7	12	11
14	18	26	12	24,5
15	4,5	7	12	24,5
16	18	26	12	11
17	18	7	27	11
18	4,5	7	12	1,5
19	18	26	12	11
20	4,5	7	12	11
21	18	26	12	11
22	29	17,5	12	11
23	18	17,5	12	24,5
24	18	26	12	24,5
25	4,5	7	12	24,5
26	18	26	12	11
27	18	7	27	11
28	4,5	7	12	24,5
29	18	26	12	11

30

18

7

27

24,5

Anexo 27. Resultados de las propiedades sensoriales para olor de las hojas de la manzanilla.

Olor				
N° de panelistas	A	B	C	M.P
1	5	3	4	3
2	4	4	4	3
3	4	3	4	4
4	5	5	3	4
5	4	3	4	4
6	5	4	4	4
7	4	4	3	4
8	5	5	5	4
9	4	4	4	4
10	4	3	4	5
11	5	5	3	4
12	4	3	4	5
13	5	4	4	4
14	4	4	3	3
15	5	5	3	4
16	4	3	4	4
17	5	4	4	4
18	4	4	3	3
19	5	5	5	3
20	4	4	4	5
21	4	3	4	4
22	5	5	3	4
23	4	3	4	3
24	5	4	4	4
25	4	4	3	4
26	5	5	5	3
27	4	3	4	3
28	5	5	3	4
29	4	3	4	2

Anexo 28. Datos de las propiedades sensoriales de olor ranqueados (R).

N° de panelistas	Olor			
	A	B	C	M.P
1	23,5	5,5	19	5,5
2	8,5	16	19	5,5
3	8,5	5,5	19	18
4	23,5	26	5,5	18
5	8,5	5,5	19	18
6	23,5	16	19	18
7	8,5	16	5,5	18
8	23,5	26	29	18
9	8,5	16	19	18
10	8,5	5,5	19	28,5
11	23,5	26	5,5	18
12	8,5	5,5	19	28,5
13	23,5	16	19	18
14	8,5	16	5,5	5,5
15	23,5	26	5,5	18
16	8,5	5,5	19	18
17	23,5	16	19	18
18	8,5	16	5,5	5,5
19	23,5	26	29	5,5
20	8,5	16	19	28,5
21	8,5	5,5	19	18
22	23,5	26	5,5	18
23	8,5	5,5	19	5,5
24	23,5	16	19	18
25	8,5	16	5,5	18
26	23,5	26	29	5,5
27	8,5	5,5	19	5,5
28	23,5	26	5,5	18
29	8,5	5,5	19	1

30

23,5

26

5,5

28,5

Anexo 29. Resultados de las propiedades sensoriales para el sabor de las hojas de la manzanilla.

Sabor				
N° de panelistas	A	B	C	M.P
1	4	4	5	4
2	3	4	4	3
3	5	3	4	4
4	4	4	3	3
5	4	4	4	2
6	4	4	4	3
7	3	4	4	4
8	5	5	4	4
9	4	4	3	5
10	4	4	4	5
11	4	4	4	4
12	5	5	4	4
13	4	4	3	4
14	4	4	4	5
15	4	4	4	4
16	5	5	4	4
17	3	4	4	5
18	5	5	4	2
19	4	4	3	5
20	4	4	4	5
21	4	4	4	4
22	5	5	4	5
23	4	4	3	4
24	4	4	4	5
25	4	4	4	4
26	4	4	4	4
27	4	4	4	5
28	5	5	4	4

29	3	4	4	3
30	5	5	4	5

Anexo 30. Datos de las propiedades sensoriales de sabor ranqueados (R).

N° de panelistas	Sabor			M.P
	A	B	C	
1	13,5	12,5	30	13,5
2	2,5	12,5	17,5	4,5
3	26,5	1	17,5	13,5
4	13,5	12,5	3	4,5
5	13,5	12,5	17,5	1,5
6	13,5	12,5	17,5	4,5
7	2,5	12,5	17,5	13,5
8	26,5	27	17,5	13,5
9	13,5	12,5	3	25,5
10	13,5	12,5	17,5	25,5
11	13,5	12,5	17,5	13,5
12	26,5	27	17,5	13,5
13	13,5	12,5	3	13,5
14	13,5	12,5	17,5	25,5
15	13,5	12,5	17,5	13,5
16	26,5	27	17,5	13,5
17	2,5	12,5	17,5	25,5
18	26,5	27	17,5	1,5
19	13,5	12,5	3	25,5
20	13,5	12,5	17,5	25,5
21	13,5	12,5	17,5	13,5
22	26,5	27	17,5	25,5
23	13,5	12,5	3	13,5
24	13,5	12,5	17,5	25,5
25	13,5	12,5	17,5	13,5
26	13,5	12,5	17,5	13,5
27	13,5	12,5	17,5	25,5
28	26,5	27	17,5	13,5
29	2,5	12,5	17,5	4,5
30	26,5	27	17,5	25,5

Anexo 31. Resultados de las propiedades sensoriales para la apariencia de las hojas de la manzanilla.

Apariencia				
N° de panelistas	A	B	C	M.P

1	4	4	5	4
2	4	4	4	3
3	4	3	4	4
4	4	4	4	3
5	3	4	4	4
6	5	5	4	3
7	4	4	5	2
8	4	4	4	4
9	4	4	5	4
10	4	4	4	4
11	4	3	4	4
12	4	4	4	4
13	3	4	4	4
14	5	5	4	4
15	4	4	4	3
16	3	4	4	4
17	5	5	4	4
18	4	4	5	4
19	4	4	4	4
20	4	4	5	4
21	4	4	4	4
22	4	3	4	3
23	4	4	4	5
24	3	4	4	4
25	5	5	4	4
26	4	4	4	3
27	3	4	4	3
28	5	5	4	3
29	5	5	4	2
30	4	4	4	3

Anexo 32. Datos de las propiedades sensoriales a la apariencia ranqueados (R).

N° de panelistas	Apariencia			
	A	B	C	M.P

1	15	14	28	20,5
2	15	14	13	7
3	15	2	13	20,5
4	15	14	13	7
5	3	14	13	20,5
6	27,5	27,5	13	7
7	15	14	28	1,5
8	15	14	13	20,5
9	15	14	28	20,5
10	15	14	13	20,5
11	15	2	13	20,5
12	15	14	13	20,5
13	3	14	13	20,5
14	27,5	27,5	13	20,5
15	15	14	13	7
16	3	14	13	20,5
17	27,5	27,5	13	20,5
18	15	14	28	20,5
19	15	14	13	20,5
20	15	14	28	20,5
21	15	14	13	20,5
22	15	2	13	7
23	15	14	13	30
24	3	14	13	20,5
25	27,5	27,5	13	20,5
26	15	14	13	7
27	3	14	13	7
28	27,5	27,5	13	7
29	27,5	27,5	13	1,5
30	15	14	13	7

Anexo 33. Imágenes de los procedimientos de secado de las hojas de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*).



Imagen 1. Hojas de la manzanilla en bandejas



Imagen 2. Acondicionado en estufa a 40, 50 Y 60 °C para someter al secado



Imagen 3. Campana de desecador



Imagen 4. secado las hojas de manzanilla a 40°C



Secado las hojas de manzanilla a 50 °C



secado las hojas de manzanilla a 60 °C



Pesado de las hojas de la manzanilla seca

Anexo 34. Fotografía de determinación de color las hojas de la manzanilla con colorímetro Konica Minolta R-400.



Hojas de la Manzanilla fresca para ver con colorimetría



Determinación de color las hojas de la manzanilla



colorímetro Konica Minolta R-400.

Anexo 35. Determinación de actividad de agua



Lectura de la actividad de agua



Lectura de las hojas de la manzanilla en el AQUA LAB

Anexo 36. Evaluación sensorial de las hojas de la manzanilla por los panelistas.



Acondicionamiento de modulos para la determinacion de sus propiedades sensoriales de las hojas de la manzanilla



Evaluacion de las propiedades sensoriales para las hojas de la manzanilla

Anexo 37. Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DEFINICIÓN DE OPERACIONES				RECOLECCIÓN DE DATOS	
			VARIABLES	INDICADOR	VALOR ESCALAR	MÉTODO	TÉCNICA	INSTRUMENTO
PROBLEMA GENERAL - ¿Cuál es la influencia de la temperatura en el color y propiedades sensoriales en el secado de las hojas de la manzanilla (<i>Matricaria chamomilla</i>)?	OBJETIVO GENERAL - Determinar el color y propiedades sensoriales en secado de las hojas de la manzanilla (<i>Matricaria chamomilla</i>).	HIPÓTESIS GENERAL Las temperaturas de (40,50 y 60°C) influyen significativamente en el color y propiedades sensoriales en el secado de las hojas de la manzanilla (<i>Matricaria chamomilla</i>).	VARIABLE DE ENTRADA					
			Temperatura de secado	- Temperatura	°c	-Instrumental	- Lectura	- Termómetro
PROBLEMA ESPECÍFICOS - ¿Cuál es la influencia de la temperatura en el color en secado de las hojas de la manzanilla (<i>Matricaria chamomilla</i>)?	OBJETIVO ESPECÍFICOS - Determinar la influencia de diferentes temperaturas de secado sobre la variación del color de las hojas de la manzanilla (<i>Matricaria chamomilla</i>).	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS - La temperatura influye significativamente en el color en secado de las hojas de la manzanilla (<i>Matricaria chamomilla</i>).	VARIABLE DE SALIDA					
			- Color de las hojas de la manzanilla	- Color	- Espacio CIELAB	- Instrumental	- Lectura	- Colorímetro
- ¿Cuál es la influencia de la temperatura en las propiedades sensoriales (color, olor, sabor y apariencia) en el secado de las hojas de la manzanilla (<i>Matricaria chamomilla</i>)?	- Determinar la influencia de diferentes temperaturas de secado sobre las propiedades sensoriales (color, olor, sabor y apariencia general) de las hojas de la manzanilla (<i>Matricaria chamomilla</i>).	- La temperatura influye significativamente en las propiedades sensoriales (color, olor, sabor y apariencia general) en el secado de las hojas de la manzanilla (<i>Matricaria chamomilla</i>).	Propiedades sensoriales	- Color, olor, sabor y Apariencia general	- Cartilla de evaluación sensorial.	- Mediante pruebas afectivas.	- Análisis sensorial con panelistas no entrenados.	- calculo con el test de Friedman.

CONSTANCIA

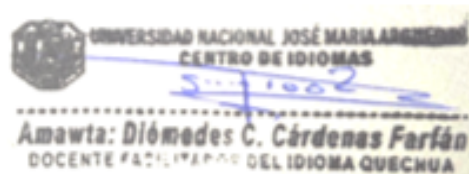
EL QUE SUSCRIBE EL PRESENTE DOCUMENTO, Prof. Diomedes Cayo Cárdenas Farfán, hace constar que:

Se ha traducido del idioma español a la lengua quechua el resumen de la tesis titulado:

"Influencia de la temperatura en el color y propiedades sensoriales en el secado de manzanilla (*Matricaria chamomilla*)", para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Dicho trabajo corresponde a la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial José Angel Huamán Chircca, egresada de la Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad José María Arguedas.

Se emite la presente constancia a petición del interesado.

Andahuaylas, 25 de enero de 2021



Prof. Diomedes C. Cárdenas Farfán
Traductor