

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD Y LA TEMPERATURA DEL AIRE DE
SECADO EN LA ELABORACIÓN DE FILTRANTES DE MATICO (*Piper
acutifolium*) PROVENIENTES DEL DISTRITO DE LÁMUD,
PROVINCIA DE LUYA, REGIÓN AMAZONAS.**

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

AUTORES

**Bach. ROSA MARIBEL ROJAS YOPÁN
Bach. MILAGROS HUAMAN SOROE**

ASESOR

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN



CHACHAPOYAS, AMAZONAS - PERÚ 16 AGO 2013

2013

UNIVERSIDAD NACIONAL

TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD Y LA TEMPERATURA DEL AIRE DE
SECADO EN LA ELABORACIÓN DE FILTRANTES DE MATICO (*Piper
acutifolium*) PROVENIENTES DEL DISTRITO DE LÁMUD,
PROVINCIA DE LUYA, REGIÓN AMAZONAS.**

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

AUTORES

Bach. ROSA MARIBEL ROJAS YOPÁN

Bach. MILAGROS HUAMAN SOROE



ASESOR

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

16 AGO 2013

CHACHAPOYAS, AMAZONAS – PERÚ

2013

DEDICATORIA

Les dedico este logro a mis padres Gregorio y Tereza, por el ejemplo de amor y superación que siempre me han brindado, a mi hermana Yenny por todo su apoyo, comprensión y ánimo, esperando que esta meta alcanzada lo inspire a superarla, a Alberto por su amor y apoyo incondicional, por impulsarme a terminar todas las cosas que inicié, por escucharme y aceptarme como soy, por ayudarme a cambiar y ser mejor persona.

ROSA MARIBEL

DEDICATORIA

Cumpliendo con mi meta de verme con una formación universitaria este presente trabajo de investigación va dedicado a mis padres Artemio y Basilia ya que me inculcan valores que permiten cumplir mis metas y por brindarme su apoyo incondicional, a mis hermanos Didier y Disney por su amor y confianza, a Neyser por brindarme afecto, confianza y ánimo y a mi chiquitita Sami Marina por ser la razón de mi ser y el motivo de seguir adelante.

MILAGROS

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darnos la vida y las fuerzas para seguir a delante y cumplir nuestras metas.

Por todo el esfuerzo y sacrificio de nuestros padres quienes hicieron todo lo posible para formarnos profesionalmente, brindándonos un apoyo incondicional.

A cada uno de los profesores y personal de laboratorio de la UNTRM por entregarnos durante estos cinco años los conocimientos y herramientas necesarias para el desarrollo de nuestra formación académica y humanística.

A nuestros hermanos porque siempre nos han respaldado y animado a culminar nuestra carrera profesional.

A nuestro asesor de tesis Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón por su orientación y su valiosa colaboración para realizar este proyecto de tesis.

A todos ustedes nuestros sinceros agradecimientos, Rosa Maribel y Milagros.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**Ph.D,Dr,Hab. VICENTE MARINO CASTAÑEDA CHÁVEZ
RECTOR**

**Dr. JOSÉ ROBERTO NERVI CHACÓN
VICERECTOR ACADÉMICO**

**Dr. EVER SALOMÉ LÁZARO BAZÁN
VICERECTOR ADMINISTRATIVO**

**Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
Y CIENCIAS AGRARIAS**

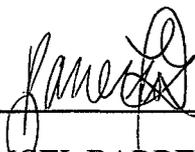
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

El Docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado la realización de la tesis titulada “**INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD Y LA TEMPERATURA DEL AIRE DE SECADO EN LA ELABORACIÓN DE FILTRANTES DE MATICO (*Piper acutifolium*) PROVENIENTES DEL DISTRITO DE LAMUD, PROVINCIA DE LUYA, REGIÓN AMAZONAS.**”, de los tesisistas egresados de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de esta casa superior de estudios:

- **Bach. ROSA MARIBEL ROJAS YOPÁN**
- **Bach. MILAGROS HUAMAN SOROÉ**

El suscrito da el visto bueno al informe de la mencionada tesis, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el jurado evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de las observaciones dadas por el jurado evaluador, para su posterior sustentación.

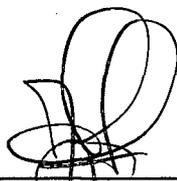
Chachapoyas, 18 de julio del 2013



Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

Profesor Principal a Dedicación Exclusiva

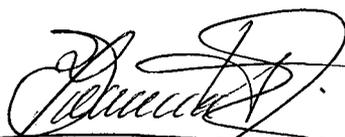
JURADO EVALUADOR



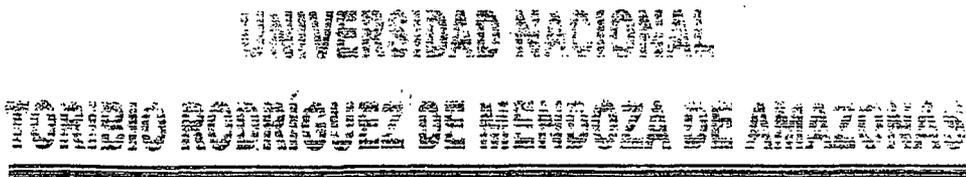
Ing. ERICK ALDO AUQUIÑIVIN SILVA
PRESIDENTE



Ing. OSCAR MITCHEL JARA ALARCÓN
SECRETARIO



Ing. SEGUNDO VÍCTOR OLIVARES MUÑOZ
VOCAL



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas el día 02 de Julio del año 2013, siendo las 4:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: Ing. Erick Aldo Rodríguez

Secretario: Ing. Oscar Michel Jara Alameda

Vocal: Ing. Segundo Víctor Otreras Muñoz

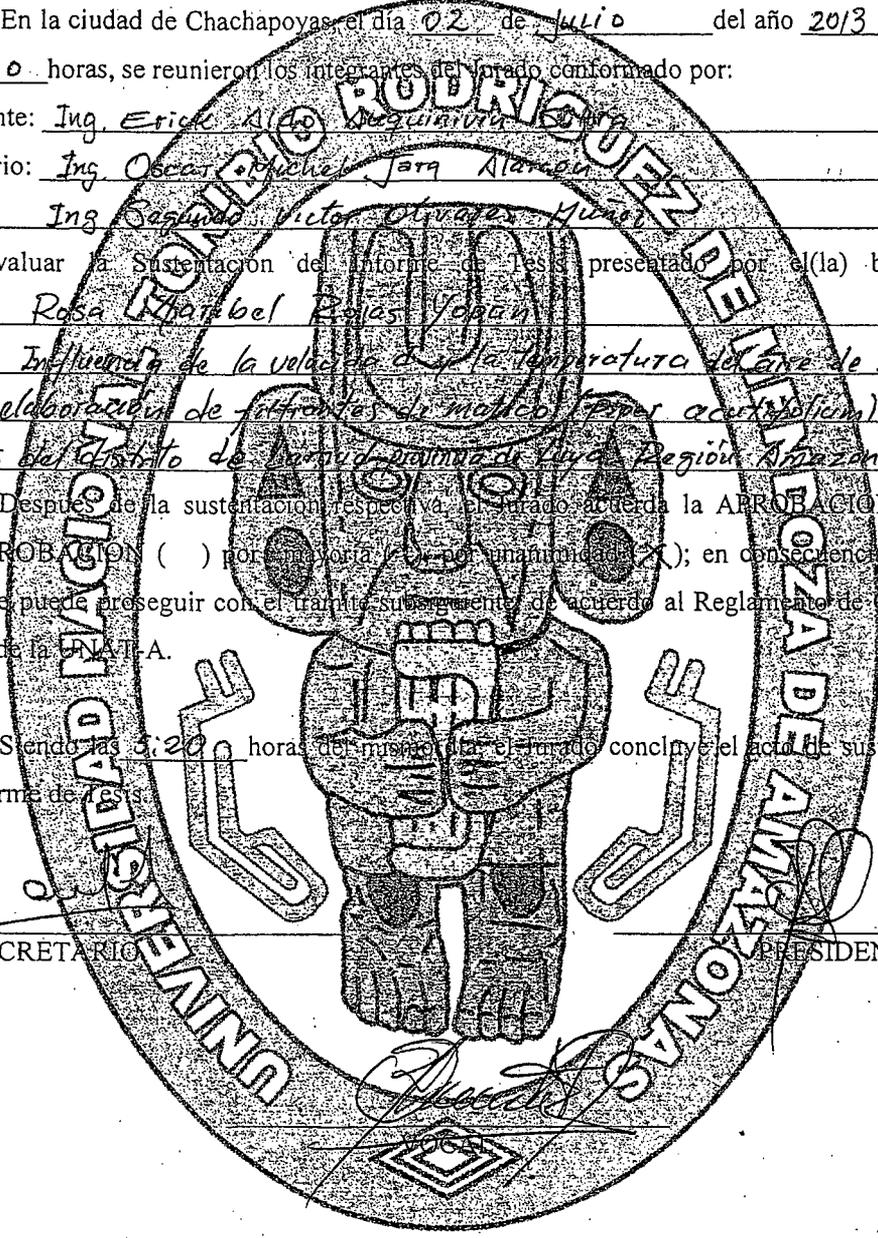
para evaluar la sustentación del informe de Tesis presentado por el(la) bachiller, don(ña) Rosa Wathabel Rojas Yopari, titulado Influencia de la velocidad y la temperatura del aire de secado en la elaboración de frijoles de matico (Phaseolus acutuberculatus) provenientes del distrito de Yumbura provincia de Tarma Región Amazonas

Después de la sustentación respectiva el Jurado acuerda la APROBACION (X), DESAPROBACION () por mayoría () o por unanimidad (X); en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNAITA.

Siendo las 5:20 horas del mismo día el Jurado concluye el acto de sustentación del Informe de Tesis.

SECRETARIO

PRESIDENTE





FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGRARIAS

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 02 de Julio del año 2013, siendo las 4:00 horas, se reunieron los integrantes del jurado conformado por:

Presidente: Ing. Erick Aldo Augustin Silva

Secretario: Ing. Oscar Michael Jara Atascococha

Vocal: Ing. Segundo Victor Olivares Puentes

para evaluar la Sustentación del Informe de Tesis presentado por el(la) bachiller, don(ña) Milagros Huaman Dorote, titulado Influencia de la velocidad y la temperatura del aire de secado en la elaboración de frijoles de mameo (Piper acutifolium) provenientes del distrito de Mameo, provincia de Uchire - Región Amazonas

Después de la sustentación respectiva, el jurado acuerda la APROBACIÓN (X), DESAPROBACIÓN () por mayoría (), por unanimidad (X); en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNAT-A.

Siendo las 5:20 horas del mismo día, el jurado concluye el acta de sustentación del Informe de Tesis.

SECRETARIO

PRESIDENTE



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIAS.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS.....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	vi
JURADO EVALUADO.....	vii
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	viii
ÍNDICE.....	ix
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Filtrantes y bebidas calientes.....	2
1.2. El matico.....	4
1.2.1. Origen.....	4
1.2.2. Descripción botánica.....	4
1.2.3. Propiedades del matico.....	5
1.2.4. Clasificación taxonómica.....	5
1.2.5. Composición química.....	5
1.2.6. Formas de comercialización.....	6
1.2.7. Aplicaciones del matico.....	6

	Pág.
1.3. Generalidades de secado.....	7
1.3.1. Secado.....	7
1.3.2. Equipos de secado.....	8
II. MATERIALES Y MÉTODOS	
2.1. Lugar de ejecución.....	11
2.2. Materia prima.....	11
2.3. Procedimiento experimental.....	11
2.3.1. Obtención del filtrante de matico.....	11
2.4. Análisis organoléptico del filtrante de matico.....	14
2.5. Análisis de las propiedades fisicoquímico del filtrante de matico.....	14
2.5.1. Humedad.....	14
2.5.2. pH.....	14
2.5.3. Acidez titulable.....	14
2.5.4. Ceniza.....	14
2.5.5. Capacidad de retención de agua (CRA).....	15
2.5.6. Evaluación del color del filtrante de matico.....	15
2.6. Análisis microbiológico.....	15
2.7. Análisis estadístico.....	15
III. RESULTADOS	
3.1. Características del matico	18
3.2. Cinética de secado de las hojas de matico	18

	Pág.
3.3. Propiedades fisicoquímicas	21
3.4. Propiedades organolépticas.....	25
3.5. Valores de la Evaluación microbiológica de los mejores tratamientos.....	28
3.6. Valores de la evaluación del color de los mejores tratamientos.....	28
IV. DISCUSIÓN.....	29
V. CONCLUSIONES.....	32
VI. RECOMENDACIONES.....	33
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
ANEXOS.....	37

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Hierbas de uso alimentario para infusiones (té, mate, manzanilla, etc.)....	3
Tabla 2. Claves de los diferentes tratamientos.....	17
Tabla 3. Interpretación estadística.....	17
Tabla 4. Análisis fisicoquímico de la hoja de matico.....	18
Tabla 5. Numero de colonia de mohos y levaduras por gramo.....	28
Tabla 6. Resultados obtenidos del Photo show con respecto al color.....	28
Tabla 7. Valores de humedad del filtrante de <i>Piper acutifolium</i>	38
Tabla 8. Valores de humedad de los diferentes tratamientos del filtrante de <i>Piper acutifolium</i> analizados estadísticamente (SPSS).....	39
Tabla 9. Valores de pH del filtrante de <i>Piper acutifolium</i>	41
Tabla 10. Valores de promedio de pH del filtrante de <i>Piper acutifolium</i> analizados estadísticamente (SPSS).....	41
Tabla 11. Valores de acidez del filtrante de <i>Piper acutifolium</i>	43
Tabla 12. Valores de promedio de acidez del filtrante de <i>Piper acutifolium</i> analizados estadísticamente (SPSS).....	44
Tabla 13. Valores de ceniza del filtrante de <i>Piper acutifolium</i> en porcentaje.....	46
Tabla 14. Valores de promedio de ceniza del filtrante de <i>Piper acutifolium</i> analizados estadísticamente (SPSS).....	46
Tabla 15. Valores de Capacidad de retención de Agua del filtrante de <i>Piper acutifolium</i> en porcentaje.....	48
Tabla 16. Valores de promedio de Capacidad de retención de Agua del filtrante de <i>Piper acutifolium</i> analizados estadísticamente (SPSS).....	49
Tabla 17. Valores de la Evaluación organoléptica del Sabor del filtrante de <i>Piper acutifolium</i>	51
Tabla 18. Valores de promedio de la Evaluación sensorial del Sabor del filtrante de <i>Piper acutifolium</i> analizados estadísticamente (SPSS).....	52
Tabla 19. Valores de la Evaluación sensorial del Aroma del filtrante de <i>Piper acutifolium</i>	53
Tabla 20. Valores de promedio del aroma del filtrante de <i>Piper acutifolium</i> analizados estadísticamente (SPSS).....	54
Tabla 21. Valores de la Evaluación sensorial del Color del filtrante de <i>Piper acutifolium</i>	56

	Pág.
Tabla 22. Valores de promedio del color del filtrante de <i>Piper acutifolium</i> analizados estadísticamente (SPSS).....	57
Tabla 23. Valores del rendimiento de las hojas de matico en diferentes tratamientos de elaboración de filtrante	58
Tabla 24. Valores de promedio del rendimiento de las hojas de <i>Piper acutifolium</i> analizados estadísticamente (SPSS).....	58
Tabla 25. Datos experimentales de secado de hojas de matico, con flujo de aire caliente a 40 °C y velocidad de 2.5 m/s	63
Tabla 26. Datos experimentales de secado de hojas de matico, con flujo de aire caliente a 40 °C y velocidad de 3.0 m/s	64
Tabla 27. Datos experimentales de secado de hojas de matico, con flujo de aire caliente a 40 °C y velocidad de 3.5 m/s	65
Tabla 28. Datos experimentales de secado de hojas de matico, en el secador de bandejas con flujo de aire caliente a 50 °C y velocidad de 2.5 m/s.....	68
Tabla 29. Datos experimentales de secado de hojas de matico, en el secador de bandejas con flujo de aire caliente a 50 °C y velocidad de 3.0 m/s.....	69
Tabla 30. Datos experimentales de secado de hojas de matico, en el secador de bandejas con flujo de aire caliente a 50 °C y velocidad de 3.5 m/s.....	70
Tabla 31. Datos experimentales de secado de hojas de matico, en el secador de bandejas con flujo de aire caliente a 60 °C y velocidad de 2.5 m/s.....	71
Tabla 32. Datos experimentales de secado de hojas de matico, en el secador de bandejas con flujo de aire caliente a 60 °C y velocidad de 3.0 m/s	72
Tabla 33. Datos experimentales de secado de hojas de matico, con flujo de aire caliente a 60 °C y velocidad de 3.5 m/s	72
Tabla 34. Gastos directo para la obtención de filtrantes de matico a partir del <i>Piper acutifolium</i>	77

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de flujo del proceso para la obtención de un filtrante a partir de hojas de matico (<i>Piper acutifolium</i>).....	13
Figura 2. Humedad residual en función del tiempo (T1 = 50 °C, W ₁ = 2.5 m/s, W ₂ = 3.0 m/s, W ₃ = 3.5 m/s).....	19
Figura 3. Velocidad en función de la humedad residual promedio (T1 = 50 °C, W ₁ = 2.5 m/s, W ₂ = 3.0 m/s, W ₃ = 3.5 m/s).....	20
Figura 4. Valores promedios del rendimiento del filtrante de matico <i>Piper acutifolium</i> de los diferentes tratamientos.....	21
Figura 5. Valores promedios de pH del filtrante de matico de los diferentes tratamientos.....	22
Figura 6. Valores promedio de acidez titulable del filtrante de matico.....	22
Figura 7. Valores promedios de ceniza del filtrante de matico.....	23
Figura 8. Valores promedios de la capacidad de retención de agua de los filtrantes de matico.....	24
Figura 9. Valores promedios del sabor de los filtrantes de matico.....	25
Figura 10. Valores promedios del aroma de los filtrantes de matico.....	26
Figura 11. Valores promedios del color de los filtrantes de matico.....	27
Figura 12. Humedad residual en función del tiempo (T1 = 40 °C, W ₁ = 2.5 m/s, W ₂ = 3.0 m/s, W ₃ = 3.5 m/s).....	66
Figura 13. Velocidad en función de la humedad residual promedio (T1 = 40 °C, W ₁ = 2.5 m/s, W ₂ = 3.0 m/s, W ₃ = 3.5 m/s).....	67
Figura 14. Humedad residual en función del tiempo (T1 = 60 °C, W ₁ = 2.5 m/s, W ₂ = 3.0 m/s, W ₃ = 3.5 m/s).....	73
Figura 15. Velocidad en función de la humedad residual promedio (T1 = 60 °C, W ₁ = 2.5 m/s, W ₂ = 3.0 m/s, W ₃ = 3.5 m/s).....	74
Figura 16. Balance de materia para la obtención del filtrante de matico.....	76

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICA, ORGANOLÉPTICA Y MICROBIOLÓGICA.	38
1.1. Humedad.....	38
1.2. pH.....	40
1.3. Acidez titulable.....	43
1.4. Ceniza.....	45
1.5. Capacidad de retención de agua (CRA).....	48
1.6. Evaluación organoléptica.....	51
1.7. Rendimiento.....	58
1.8. Método utilizado para determinar el color del filtrante.....	60
1.9. Evaluación microbiológica.....	60
ANEXO 2. FORMATO TEST DE ESCALA HEDÓNICA PARTA EVALUAR EL SABOR, COLOR Y AROMA DEL FILTRANTE DE MATICO....	62
ANEXO 3.	
3.1. Resultados de las corridas experimentales de secado de hojas de matico realizados con aire a 40 °C y velocidades de 2.5 m/s,3.0m/s, 3.5 m/s.....	63
3.2. Resultados de las corridas experimentales de secado de hojas de matico realizados con aire a 50 °C y velocidades de 2.5 m/s,3.0m/s, 3.5 m/s.....	68
3.3. Resultados de las corridas experimentales de secado de hojas de matico realizados con aire a 60 °C y velocidades de 2.5 m/s,3.0m/s, 3.5 m/s.....	71
ANEXO 4. BALANCE DE MATERIA.....	76
ANEXO 5. BENEFICIO / COSTO.....	77
ANEXO 6. FOTOS DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	78

RESUMEN

En la presente investigación se planteó como objetivo determinar la influencia de la velocidad y temperatura del aire de secado en el proceso de elaboración de filtrantes de matico (*Piper acutifolium*) provenientes del distrito de Lamud, provincia de Luya Región Amazonas; para lo cual se recolectaron las hojas más verde de matico; para luego someterlo a secado en un secador de bandejas a tres temperaturas (40, 50 y 60 °C) y tres velocidades del aire (2.5, 3.0 y 3.5 m/s), hasta llegar a la humedad de equilibrio, para pasar al secado final en la estufa hasta peso constante. Las hojas secas se trituraron, cernieron y se envasaron en bolsas de papel filtro termosellable. Se empleó un experimento factorial del tipo 3A X 3B bajo un DCA con 3 repeticiones con el fin de determinar el mejor tratamiento según las propiedades fisicoquímicas y para la evaluación sensorial (color, aroma y sabor) un DBCA, con 12 panelistas. Para cada una se efectuó el análisis de varianza y la prueba de comparación múltiple Duncan al 95% de confianza para los valores de ceniza, capacidad de retención de agua, aroma y color; para los valores de rendimiento, humedad, pH, acidez y sabor se realizó la prueba de comparación múltiple C Dannett. Los resultados mostraron que al emplear una temperatura de 50 °C con velocidades de 2.5, 3.0 y 3.5 m/s se obtuvieron los mejores tratamientos, reflejadas en las características organolépticas, y resaltando con humedad y ceniza el tratamiento 6 (T6). En el análisis microbiológico se evaluó mohos y levaduras a los 30 días de almacenamiento en los tratamientos T4, T5 y T6; dado que los resultados se encuentran en el rango establecido por la NTP. En mohos el número de UFC/g fue de 2.6×10^2 , 2.3×10^2 , 1.6×10^2 respectivamente para cada tratamiento, donde no se encontraron presencia de levaduras en todos los tratamientos.

Palabras claves: Filtrante, matico, secado.

ABSTRACT

This research the objective was planned to identify the influence of the temperature and speed of the air of dry in the preparation of matico filters (*Piper acutifolium*), from the district of Lamud, Luya province, Amazonas Region, for which they were collected the greenest leaves of matico, to after put them in the dry process in a trays dryer to three temperatures (40, 50 y 60 °C) y three speeds of the air (2.5, 3.0 y 3.5 m/s) until get a constant weight, to the final dry in the stove until an smaller humidity. In the dry leave se were triturate, sifted and packed in termosellable fitter paper bags. We used a factorial experiment of the type 3A X 3B under a DCA with three repetitions with the object of determine the better treatment according the physical chemical properties and the sensorial evaluation (color, smelling and flavour) in DBCA, with 12 panelists. For each one an analysis of variance was made and the multiple comparison test Duncan to the 95% of confidence for the values de of ash, water of retentions capacity, smelling and color; to the values of weariness, humidity, pH, acid and flavor it was made the test of multiple comparison C Dannett. The results showed that employing a temperature of 50 °C with velocities of 2.5, 3.0 y 3.5 m/s it was obtained the better treatment, showed in the organolepticas characteristics, and rebounding with humidity and ash the six treatments (T6). In the microbiological analysis it was evaluated moss and yeast to the 30 days of treatments store T4, T5 y T6; it was given that results are found in an established range for the NTP. In moss the number of UFC/g was of 2.6×10^2 , 2.3×10^2 , 1.6×10^2 respectively to each treatment, where it was not found presence of yeast in all the treatments.

Palabras claves: Filtrante, matico, dry.

I. INTRODUCCIÓN

La Región amazónica cuenta con gran cantidad de matico lo cual puede ser utilizada para la elaboración de filtrantes. Por lo tanto en la presente investigación se emplearon hojas frescas de matico, las que se secaron con aire a tres temperaturas (40, 50 y 60°C) y tres velocidades (2,5; 3,0 y 3,5m/s). Las hojas de matico secadas con aire a 50°C Y 3,5m/s permitieron elaborar un filtrante que tuvo la mayor aceptación en la evaluación organoléptica, por lo que son las condiciones adecuadas para su secado, siendo los parámetros cinéticos: humedad crítica 2,55g agua/g matico seco, humedad de equilibrio 0,15g agua/g matico seco; y se requiere 127 minutos para secar las hojas de matico hasta su humedad comercial de 10% en base húmeda.

El filtrante es una de las bebidas más populares y antiguas en el mundo. Aproximadamente la mitad de la población mundial consume un filtrante. Es por ello que se ha tomado la iniciativa de realizar un estudio con la finalidad de obtener un filtrante de matico y establecer de esta manera los parámetros que influyen en la calidad final de este producto (Vander y Fonch, 1986).

Las hojas enteras de matico con las que se prepara una infusión, son empleadas artesanalmente por los pobladores de las zonas rurales por sus virtudes digestivas; sin embargo, a la fecha no se les ha dado un procesamiento adecuado debido a que la información existente es escasa (Pino, 2006).

El filtrante de matico como bebida se prepara con las hojas secas molidas en infusión con agua caliente, que se usa como bebida estimulante estomacal o alimentario (Mejía y Rengifo, 2000).

La velocidad y la temperatura del flujo de aire determinan el tiempo de secado, influyendo directamente en las propiedades fisicoquímicas (pH, acidez, humedad, ceniza y capacidad de retención de agua) y organolépticas (color, sabor y aroma) de un filtrante (Parra, 2007).

1.1. Filtrantes y bebidas calientes

El filtrante como tal se compone básicamente de tres elementos: el sobre con el contenido de la hierba, el recipiente y el agua caliente. Es por ello que los filtrantes de hierbas aromáticas son productos que están constituidos básicamente por las hojas y/o tallos secos, envasados en bolsas de papel filtrante para su uso inmediato; además poseen características propias como son color, olor y sabor provenientes de las hierbas con las que se elaboran: esta bebida es obtenida de las hojas secas (Coca, ruda, toronjil, eucalipto, anís, té, etc.), partes de las flores (manzanilla), o de los frutos de diversas hierbas aromáticas que cumplen las condiciones de servir como alimento no dañino al consumo humano a las cuales se les vierte agua a temperatura mayor a la ambiental, pero sin llegar a hervir (Lance, 2006).

Las infusiones tienen gran aceptación como bebida, pero esta aceptación se reduce significativamente en los casos de tener infusiones incoloras o de color demasiado oscuro. Las características del color colaboran a que el aspecto general de bebida reciba buenos calificativos, sin embargo, otro tema a cuidar es el pasaje del polvillo por causa de una mala molienda, lo que perjudica la presentación de la infusión (Wittig de Penna, 2001).

Las bebidas calientes (té, yerba mate y hierbas medicinales) tienen diversas características en cuanto a las preferencias de los consumidores y poseen particularidades bien definidas en los hábitos de consumo que tienen asociado. Este hecho hace suponer que existe un bajo grado de sustitución entre ellos, por lo que el consumidor de cada uno de estos productos no cederá, o en un porcentaje marginal, sus preferencias en reemplazo de otro; por ejemplo, reemplazar el consumo de hierba mate o té por una infusión de hierbas (Lance, 2006).

Esta complementariedad se ha incrementado con las nuevas y mayores preferencias por parte de los consumidores de productos de origen natural, lo que en definitiva se traduce en la creación de nuevos sabores, aromas, presentaciones y muchas otras innovaciones de productos, todos ellos orientados a satisfacer las necesidades del nuevo consumidor (Lance, 2006).

La mayoría de los filtrantes tienen sabor y aroma agradable, los que provienen de las características propias de la materia prima utilizada, así se puede hacer de diversidad de plantas con manzanilla, ruda, coca, etc. Además proporcionan la sensación de calmar la sed al ser tomados. A diferencia de cualquier bebida gaseosa o refrescante, los filtrantes, de acuerdo al tipo de hierba con que han sido elaborados contienen propiedades que eficazmente apoyan todas las actividades vitales de su consumidor. Así por ejemplo, el mate de coca posee propiedades antioxidantes y sustancias nutritivas, beneficiosos aceites que convierten a este filtrante en una bebida natural y curativa. El filtrante no contiene conservantes ni colorantes, es 100% natural y de aroma agradable. Su sabor es el resultado de una cuidadosa selección y del procesamiento que permite mantener intactas todas sus cualidades benignas. Como se ha indicado anteriormente, los filtrantes son una de las bebidas alimenticias más consumidas por todas las personas, para la producción de bolsas o sacos de filtrantes se mezclan varias hojas aromáticas cortadas y secadas procedentes de numerosas regiones del mundo (Lance, 2006).

Actualmente en el Perú, DIGESA ha establecido criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad que deben cumplir los alimentos y bebidas en estado natural, elaborados o procesados, para ser considerados aptos para el consumo humano. La verificación de su cumplimiento está a cargo de los organismos competentes en vigilancia sanitaria de alimentos y bebidas a nivel nacional. Dichos criterios fueron promulgados según Resolución Ministerial N° 591-2008-SA/DM del Ministerio de Salud. (Proyecto BID-ADEX –RTA; 2009)

Tabla 1. Hierbas de uso alimentario para infusiones (té, mate, manzanilla, etc.)

Agente microbiano	Categoría	Clase	Limite por g	
			Mínimo	Máximo
Mohos	3	3	10^2	10^3
Levaduras	5	3	10^1	10^2

Fuente. Proyecto BID-ADEX –RTA. 2009

1.2. El matico

El matico es una especie que se puede cultivar fácilmente, en general las plantas de matico de procedencia silvestre mostraron menor rendimiento de hojas por planta que las de origen cultivada, además las plantas sometidas a estrés hídrico disminuyen el área foliar por hoja, lo que provocaría la disminución de sus rendimientos (Agraria, 2008).

El matico presenta gran difusión en medicina popular como diurético, antiinflamatorio, antiséptico local, cicatrizante y en la curación de úlceras digestivas (Doll *et al.*, 2003).

Varios metabolitos secundarios (terpenos, flavonoides, taninos, alcaloides) han sido extraídos de hojas, tallos y raíces, cuya actividad biológica ha sido verificada en parte (Doll *et al.*, 2003).

1.2.1. Origen

El matico (*Piper acutifolium*) es un arbusto nativo de Perú, Bolivia, Chile y Argentina. Crece en el Perú Amazonas, Ayacucho, Cajamarca, Cuzco, Huánuco, Junín, Loreto, Madre de Dios, San Martín y Ucayali. Habita en la sierra creciendo entre 2600 a 3000 m.s.n.m. Crece en los suelos más diversos, prefiriendo suelos húmedos con buen drenaje. No tolera la sombra, encontrándose preferentemente en matorrales abiertos o bordes de caminos e incluso expuesto al ambiente marino (Doll *et al.*, 2003).

1.2.2. Descripción botánica

El matico es arbusto o árbol cultivado o silvestre de la familia de la pimienta (Piperaceae) de aproximadamente de 2 a 2,5 metros de altura. El tronco delgado, blando y muy ramificado, presentan nudos engrosados. Sus hojas son grandes, elíptico-ovadas a lanceoladas con el ápice terminal en punta, verde oscuras y algo rugosas en la cara superior y están cubiertas por un denso tomento blanco amarillento en el envés. Las flores son pequeñas, hermafroditas, de color amarillo a naranja y se disponen en densas cabezuelas globosas (Doll *et al.*, 2003).

Inflorescencia pedunculada con una espiga solitaria, sencilla opuesta a la hoja, lineal-cilíndrica, erecta, ascendente, o péndula, recta o raramente recurvada o arqueada. Flores numerosas, usualmente agrupadas densamente o con menos frecuencia, más aisladas y distantes, principalmente sésiles. Fruto con una semilla, carnoso o seco, globoso, cilíndrico o turbinado, redondo o anguloso, a veces comprimido lateralmente, trigono o cuadrangular, liso glabro, apilado-pulverulento o hispiduloso, especialmente hacia arriba y alrededor del ápice. (Ninoska, 2007).

1.2.3. Propiedades del matico

El matico posee propiedades astringentes, hemostáticas y vulnerarias. El matico se emplea para la bronquitis, hemorragias internas y externas, en casos de caídas, inflamaciones de la garganta, diarreas, disenterías, contusiones, golpes, tumores de la matriz, úlceras sencillas en el estómago, vaginitis, herpes, infecciones urinarias, etc. (Vander y Fonch, 1986).

Los estudios de laboratorio realizados, han confirmado la acción anti inflamatoria, antiséptica (20 mg/mL inhibe las bacterias: *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, y a los hongos *Cryptococcus neoformans* y *Trichophyton mentagrophytes*), y cicatrizante (Palacios, 1997).

1.2.4. Clasificación taxonómica

Según (Vander y Fonch, 1986); tiene la siguiente clasificación botánica:

Reino	: Vegetal
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Piperales
Familia	: Piperaceae
Género	: Piper
Especie	: Piper acutifolium.

1.2.5. Composición química

El componente más importante, desde el punto de vista cuantitativo, y al que se atribuye en parte sus virtudes cicatrizantes, es el tanino. Esta sustancia se encuentra en una concentración de 5,7%. Otros constituyentes

importantes son varios tipos de alcaloides, a los que se les atribuye un efecto relajador de la musculatura lisa. Por último, se señala la presencia de numerosos glucósidos, especialmente de tipo flavonoides (Vander y Fonch, 1986).

1.2.6. Formas de comercialización

Fresco, deshidratado, cremas, pulverizado. En las siguientes presentaciones: al granel, fundas de te, fundas de polietileno, en frasco o tubos.

1.2.7. Aplicaciones del matico

Sin duda, la principal propiedad medicinal de esta planta es la de ayudar en la cicatrización de todo tipo de heridas, ya sea externas o internas. De aquí deriva su utilidad en el tratamiento de la úlcera digestiva. Externamente, su efecto benéfico sobre heridas de lenta cicatrización es muy sorprendente, lo que ha contribuido en mayor medida a su gran reputación.

Palacios 1929, le reconoce, además, bondades hemostáticas y un efecto benéfico en algunos trastornos de las vías urinarias. Sin embargo, la principal y que parece útil mantener en primer lugar es su propiedad vulneraria, vale decir, cicatrizante de heridas.

La infusión de hojas de matico ayuda a mejorar la digestión de alimentos. Actúa ejerciendo una acción tónica estimulante sobre la mucosidad gastrointestinal; si se toma en exceso puede ser irritante y produce perturbaciones digestivas. El matico, gracias a su propiedad astringente, estríñe el aparato digestivo en caso de diarrea. Beber la infusión tres o cuatro veces al día ayuda a disolver los cálculos del riñón, de la vesícula y a la cicatrización de las úlceras. Las gárgaras de la infusión ayudan a aliviar la amigdalitis (Vander y Fonch, 1986).

El matico puesto en contacto con heridas o llagas recientes disminuye y retiene los derrames sanguíneos y ayuda en la cicatrización de la misma. El polvo de matico detiene cualquier clase de hemorragia y cura cualquier clase de heridas de la boca. (Palacios, 1997).

1.3. Generalidades del secado

1.3.1. Secado

El calor requerido para el secado puede ser suministrado por convección, conducción y radiación. En el proceso de alimentos se puede realizar tanto el secado directo o indirecto, los sistemas de secado indirecto son simples, no solo en los conceptos utilizados sino también en el equipo requerido (Cook y DuMont, 1991).

La humedad es el contenido de agua por unidad de masa de sólido seco. El término secado se refiere a la eliminación de humedad de una sustancia. De acuerdo a la forma de la eliminación, el secado puede ser continuo o discontinuo; y de acuerdo al agente de secado puede ser directo o indirecto. En Ingeniería Agroindustrial, consideraremos que el causante de la humedad es el agua y que el agente de secado es aire caliente. A continuación se definen los términos que se utilizan para describir el contenido de humedad de las sustancias (Ocon y Tojo, 1980; Perry y Chilton, 1982; Geankoplis, 1993).

La operación de secado es un proceso que implica transferencia de masa entre un gas y un sólido, donde la humedad contenida en el sólido se transfiere por evaporación hacia la fase gaseosa (Perry y Chilton, 1982).

1.3.1.1. Contenido de humedad en base seca

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

$$Y_s = \frac{[\text{msólido a secar} - \text{msólido seco}]}{\text{msólido seco}} \times 100$$

1.3.1.2. Contenido de humedad de equilibrio (Y_{eq})

Es la humedad límite a la cual un material dado se puede secar en condiciones específicas de temperatura y humedad del aire empleado para el secado.

1.3.1.3. Contenido crítico de humedad (Y_c)

Es el contenido de humedad promedio cuando concluye el periodo de secado a velocidad constante.

1.3.1.4. Contenido de humedad libre (Y_l) o humedad residual (Y_r)

Es el líquido que se puede separar a una temperatura y humedad dada. Este valor llega a incluir tanto la humedad ocluida como la no ocluida (retenida).

1.3.1.5. Periodo de velocidad constante

Es el tiempo de secado durante el cual la velocidad de eliminación de agua por unidad de superficie es constante o uniforme.

1.3.1.6. Periodo de velocidad decreciente

Es el tiempo de secado durante el cual la velocidad instantánea de secado disminuye en forma continua.

1.3.2. Equipos de secado

1.3.2.1. Secador de bandejas

Un secador de bandejas es un equipo totalmente cerrado y aislado en el cual los sólidos se colocan sobre bandejas perforadas. La transmisión de calor puede ser directa del aire a los sólidos, utilizando la circulación de grandes volúmenes de aire caliente, o indirecta, utilizando repisas o bases calentadas por serpentines de radiador o paredes refractarias al interior de la cubierta. En unidades de calor indirecto, exceptuando los equipos de repisas al vacío, casi siempre se necesita la circulación de una pequeña cantidad de aire para eliminar el vapor (humedad) del compartimiento y evitar la saturación y condensación del gas. Las unidades de bandejas se emplean para calentar y secar madera, cerámica, materiales en hojas (sostenidas en postes), objetos pintados, y todas las formas de sólidos articulados (Perry y Chilton, 1982).

1.3.2.2. Secador de bandejas con aire caliente

El funcionamiento satisfactorio de los secadores de bandejas depende de mantener una temperatura constante y una velocidad de aire uniforme sobre todo del material que se esté secando. Conviene tener una circulación de aire con velocidades de 1 a 10 m/s para mejorar el coeficiente de transferencia de calor en la superficie y con el propósito de eliminar bolsas de aire estancado. La corriente del aire adecuada para este tipo de secadores depende del diseño de la red de ductos para manejar cambios repentinos de dirección y de desviadores correctamente ubicados. La corriente del aire no uniforme es uno de los problemas más graves que se presentan en el funcionamiento de los secadores de bandejas (Vernon, 2000; Perry y Chilton, 1982).

Las bandejas pueden ser cuadradas o rectangulares, con una superficie de 0.37 a 0.75 m² / bandejas y se fabrican de un material compatible con las condiciones de corrosión y temperatura prevalecientes. Cuando se apilan en un carrito, debe dejarse un espacio libre de no menos de 3.80 cm entre el material que contiene y la base de la bandeja que esta inmediatamente encima. Cuando las características del material y el manejo lo permitan, las bandejas deben tener bases perforadas para proveer una mayor superficie de secado. En general se prefieren las bandejas metálicas, ya que conducen el calor con mayor facilidad. (Perry y Chilton, 1982).

El aire se hace circular por medio de ventiladores de hélice o centrífugos; por lo común, el ventilador se monta dentro o directamente arriba del secador. La caída total de presión por las bandejas, los calentadores y los ductos, es casi siempre, del orden de 2.5 a 5.0 cm de agua. La circulación del aire es usualmente del 80 al 95 %, excepto durante la etapa inicial de secado de evaporación rápida. La velocidad del aire de secado influye sobre esta operación. A mayor velocidad, menor tiempo de secado; sin embargo a cualquier velocidad del aire la humedad crítica (Y_c) y la humedad de equilibrio (Y_q) no variaran. (UNIFEM. 1998).

1.3.2.3. Secador de bandejas del laboratorio de Ingeniería

El equipo de laboratorio consta de un ducto de aire montado sobre una estructura que está a una altura confortable para tener condiciones de trabajo adecuadas. El aire entra al ducto por medio de un soplador, cuya velocidad puede ser controlada para producir un rango de velocidades de aire arriba de 1,5 m/s en el ducto.

El aire se calienta por medio de dos resistencias eléctricas instaladas en el ducto y activadas cada una por un interruptor, para proporcionar una temperatura del aire de hasta un máximo de 80°C. El aire pasa por el ducto y llega a una cabina que tiene 3 bandejas con el material a secar, soportadas en una estructura que permite el paso de la corriente de aire el flujo paralelo. Las bandejas son colocadas o retiradas de la cabina a través de una puerta lateral que tiene un vidrio para poder visualizarlas desde el exterior. Después de pasar por las bandejas, el aire es descargado a la atmosfera, en este punto se mide la velocidad del aire con un anemómetro digital. La temperatura de bulbo seco se mide con un termómetro que se coloca sobre la puerta de la cabina.

En la presente investigación de cinética de secado del matico (*Piper acutifolium*), provenientes del Distrito de Lamud, se estudió los factores de temperatura y velocidad de aire. El matico posee propiedades aromáticas y medicinales excelentes para la elaboración de filtrantes, es por ello que se optó por realizar esta investigación para determinar parámetros más apropiados para mejorar su aprovechamiento mediante el consumo de filtrantes.

Los objetivos planteados en la presente investigación fueron:

- Evaluar la influencia de la velocidad y la temperatura del aire de secado en la elaboración de filtrantes de matico (*Piper acutifolium*).
- Realizar la evaluación organoléptica del filtrante de matico.
- Determinar las características fisicoquímicas de filtrantes de matico.
- Conocer los parámetros para la elaboración de filtrantes de matico.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en los Laboratorios de Ingeniería, Tecnología Agroindustrial y Biología de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, provincia de Chachapoyas, Región Amazonas.

2.2. Materia prima

Como materia prima se utilizó *Piper acutifolium* “Matico”, la cual fue obtenida de la localidad de Lamud, Región Amazonas; para la recolección se tomó en cuenta las hojas más tiernas de la planta.

2.3. Procedimiento experimental

2.3.1. Obtención del filtrante de matico

La metodología experimental siguió las etapas mostradas en el diagrama de flujo de obtención del filtrante de matico. (Figura 1) que se describe a continuación:

- a) **Recepción de la materia prima:** se recibió las hojas de matico en buen estado, 3 veces por semana, del lugar de origen.
- b) **Selección y clasificación:** se seleccionaron y clasificaron las hojas que presentaron las mejores condiciones y tamaños uniformes, al mismo tiempo eliminando las hojas no aptas, para evitar la contaminación de la materia prima de buena calidad.
- c) **Desinfección:** la materia prima se desinfectó con hipoclorito de sodio al 0,5 %, para eliminar sustancias extrañas, garantizando la inocuidad del producto final.

- d) **Pesado:** se pesó las hojas en una balanza de triple brazo cuya capacidad fue de 2100g, para llevar un control de rendimiento y pérdida de agua durante el secado, para conocer y evaluar el peso real cada determinado tiempo, de las distintas muestras.
- e) **Secado I:** se realizó en el secador de bandejas con flujo de aire caliente a diferentes temperaturas (40°C, 50°C, 60°C) y velocidades del aire (2,5 m/s; 3,0 m/s; 3,5 m/s), hasta alcanzar la humedad de equilibrio.
- f) **Secado II:** se realizó en la estufa hasta peso constante.
- g) **Trituración:** las hojas secas de matico se trituraron manualmente utilizando un mortero y un pilón; este proceso se realizó con el apoyo de dos cocinas eléctricas con la finalidad de evitar que el producto adquiriera humedad del ambiente.
- h) **Cernido:** las hojas trituradas se colocaron en un colador seguido de un tamiz de malla número 100 para eliminar las partículas muy finas, las partículas que no pasaron por el colador se trituraron nuevamente; con la finalidad de tener partículas del mismo tamaño.
- i) **Envasado:** se pesó un gramo de muestra de filtrante, empleando una balanza digital (DP Digital Precisión, modelo ES-300), se empaco en papel filtrante termosellable (PGI-BONLAM ANDINA LTDA) de 15 gramos, y se cerró con una selladora eléctrica (IMPULSE SEALER tipo PFS-400). Los filtrantes empacados fueron colocados en bolsas de OCOL evitando el ingreso de humedad a estas y guardados a temperatura ambiente.

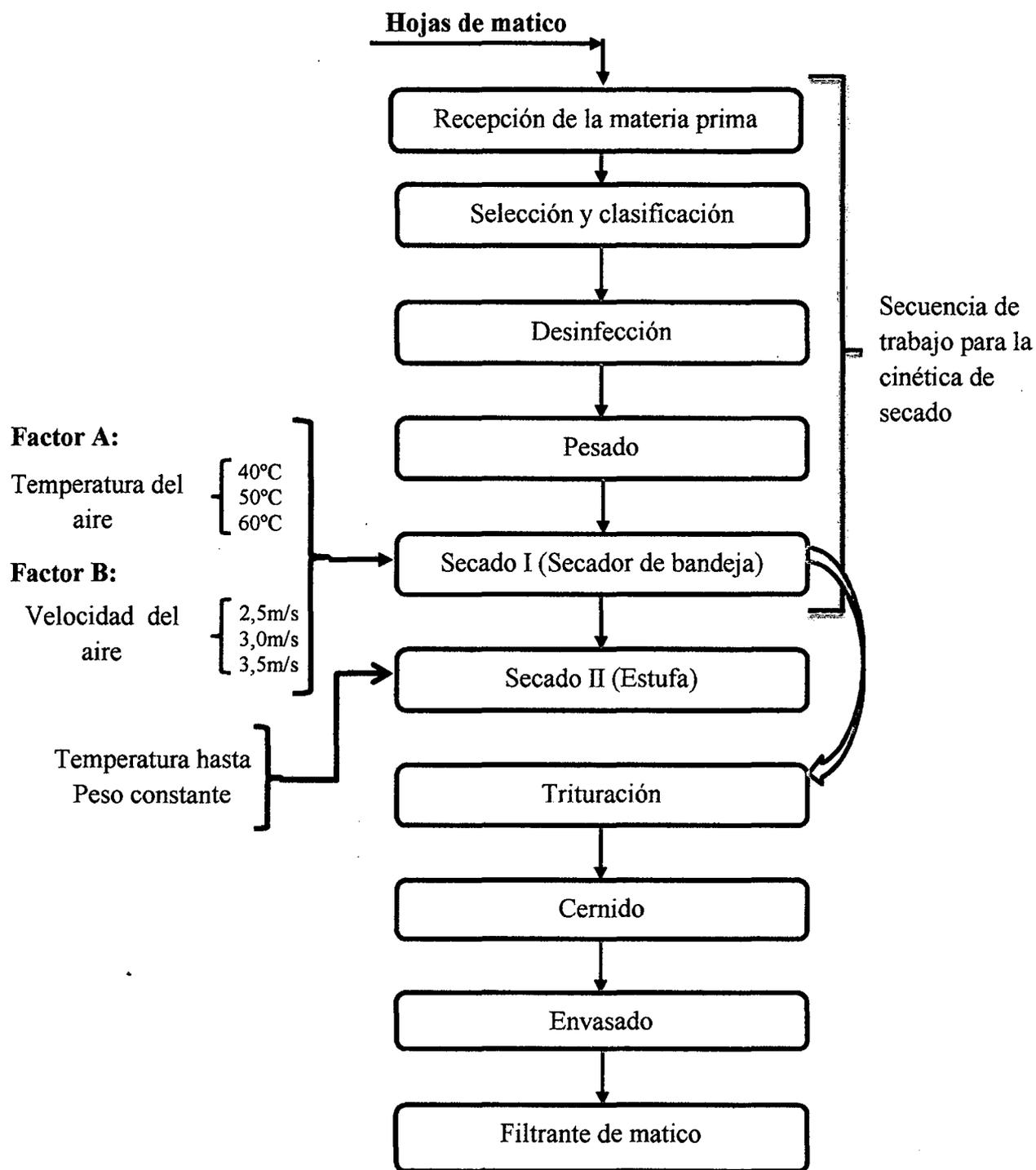


Figura 1. Diagrama de flujo para la obtención de filtrante a partir de hojas de matico (*Piper acutifolium*).

Fuente. Elaboración propia.

2.4. Análisis organoléptico del filtrante de matico

El análisis organoléptico se realizó con panelistas semientrenados, empleando la escala hedónica siguiente:

Me gusta mucho	=	5
Me gusta moderadamente	=	4
No me gusta ni me disgusta	=	3
Me disgusta moderadamente	=	2
Me disgusta mucho	=	1

2.5. Análisis fisicoquímico del filtrante de matico

- 2.5.1. Humedad:** para determinar el porcentaje de humedad del filtrante de matico obtenido a partir de *Piper acutifolium*, se empleó el método oficial de la AACC, (1993); mostrado en el Anexo 1.
- 2.5.2. pH:** para determinar el pH del filtrante de matico obtenido a partir de *Piper acutifolium*, se empleó el método oficial de la AACC, (1993); mostrado en el Anexo 1.
- 2.5.3. Acidez titulable:** para determinar el porcentaje de acidez titulable del filtrante de matico obtenido a partir de *Piper acutifolium*, se empleó el método oficial de la AACC, (1993); se consideró como ácido predominante el ácido oxálico (m.eq = 0,045), según se muestra en el Anexo 1.
- 2.5.4. Ceniza:** para determinar el porcentaje de ceniza del filtrante de matico obtenido a partir de *Piper acutifolium*, se empleó el método oficial de la AACC. (1993); mostrado en el Anexo 1.

2.5.5. Capacidad de retención de agua (CRA): la capacidad de retención de agua se evaluó cualitativamente. A las muestras de filtrante de 0.5g se agregó 4 ml agua hervida. Esto se sometió a un centrifugado para observar la liberación de agua, según se muestra en el Anexo 1.

2.5.6. Evaluación del color del filtrante de matico: la evaluación del color de los filtrantes obtenidos en los mejores tratamientos se determinó mediante el programa photo Show, mostrando en el Anexo 1.

2.6. Análisis microbiológico

Para la evaluación microbiológica se realizó el aislamiento por difusión (incorporación) con 6 diluciones (10^{-6}), para esta evaluación se utilizó como agua peptonada y agar malta, según se muestra en el Anexo 1.

2.7. Análisis estadístico

Evaluación del filtrante de matico

Para determinar los mejores tratamientos en el proceso de elaboración del filtrante de matico, se empleó un experimento de tipo 3A x 3B bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 3 repeticiones, por unidad experimental. Se hizo uso de los paquetes estadísticos SPSS 15.0 (Statistical Package for the Social Sciences) y STATGRAPHICS 5.0 PLUS (Statistical Graphics System). Los factores estuvieron constituidos por:

Factores:

Factor A: temperatura del aire. $\left\{ \begin{array}{l} 40\text{ }^{\circ}\text{C} \\ 50\text{ }^{\circ}\text{C} \\ 60\text{ }^{\circ}\text{C} \end{array} \right.$

Factor B: velocidad del aire. $\left\{ \begin{array}{l} 2,5\text{ m/s} \\ 3,0\text{ m/s} \\ 3,5\text{ m/s} \end{array} \right.$

$3 * 3 = 9$ tratamientos * 3 repeticiones.

VARIABLES RESPUESTAS: análisis organoléptico (color, sabor y aroma), análisis fisicoquímico (humedad, cenizas, capacidad de retención de agua, pH y acidez titulable) y análisis microbiológico (hongos y levaduras).

Unidad experimental: hojas de matico.

Modelo aditivo lineal.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Cambios obtenidos en las propiedades organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas experimentando en la i - ésima temperatura del aire, j - ésima velocidad del aire y k - ésima repetición del filtrante de matico.

μ : Efecto de la media general.

α_i : Efecto de la i - ésima temperatura del aire.

β_j : Efecto de la j - ésima velocidad del aire.

$(\alpha\beta)_{ij}$: Efecto de la interacción de la i - ésima temperatura del aire, j - ésima velocidad del aire.

ϵ_{ijk} : Error experimental.

Comparaciones Múltiples:

Para evaluar las diferencias entre las medias de los tratamientos, se emplearon la prueba Duncan y C Dannett con:

Nivel de significancia (α) : 5%

Nivel de confianza ($1-\alpha$) : 95%

Descripción de los diferentes tratamientos e interpretación estadística

Tabla 2. Claves de los diferentes tratamientos

CLAVE	TRATAMIENTO
T1	40°C; 2,5 m/s
T2	40°C; 3,0 m/s
T3	40°C; 3,5 m/s
T4	50°C; 2,5 m/s
T5	50°C; 3,0 m/s
T6	50°C; 3,5 m/s
T7	60°C; 2,5 m/s
T8	60°C; 3,0 m/s
T9	60°C; 3,5 m/s
Testigo	Té Yerba Luisa

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 3. Interpretación estadística

CLAVE	INTERPRETACIÓN
a	Si es misma letra pertenece a un grupo homogéneo
b	
c	Si es diferente letra, existe diferencia estadísticamente significativa.
d	
e	

Fuente. Elaboración propia.

III. RESULTADOS

3.1. Características de la hoja de matico

Sus hojas son grandes, elíptico - aovadas a lanceoladas con el ápice terminal en punta, verde oscuras y algo rugosas en la cara superior, están cubiertas por un denso tomento blanco amarillento en el envés. El rendimiento de las hojas fue de 94,44% – 97,48 %. El análisis fisicoquímico de la hoja de matico provenientes del Distrito de Lamud, Provincia de Luya se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Análisis fisicoquímico de la hoja de matico de Lamud.

Análisis fisicoquímicos	Resultados
pH	5,6
Acidez	0,48
Humedad	80,02
Ceniza	1 %

Fuente. Elaboración propia.

3.2. Cinética de secado de hojas de matico

Los resultados experimentales de la humedad residual en función del tiempo calculados cada 10 minutos para las repeticiones realizadas a cada temperatura y velocidad del aire de secado de acuerdo al plan experimental mostraron la misma tendencia, por lo que se consideraron únicamente como confirmación. Los resultados de las corridas experimentales de secado de las hojas de matico de 40°C y 60°C se muestran en el Anexo 3. Los resultados obtenidos a 50°C fueron los mejores para la elaboración de filtrantes a partir de hojas de matico. En las tres gráficas de la temperatura en función de la velocidad del aire, se observa que a medida que aumenta la velocidad del aire de secado, los tiempos críticos disminuyen pero se mantiene constante la humedad crítica y la humedad de equilibrio; así mismo a medida que la temperatura aumenta las humedades críticas aumentan.

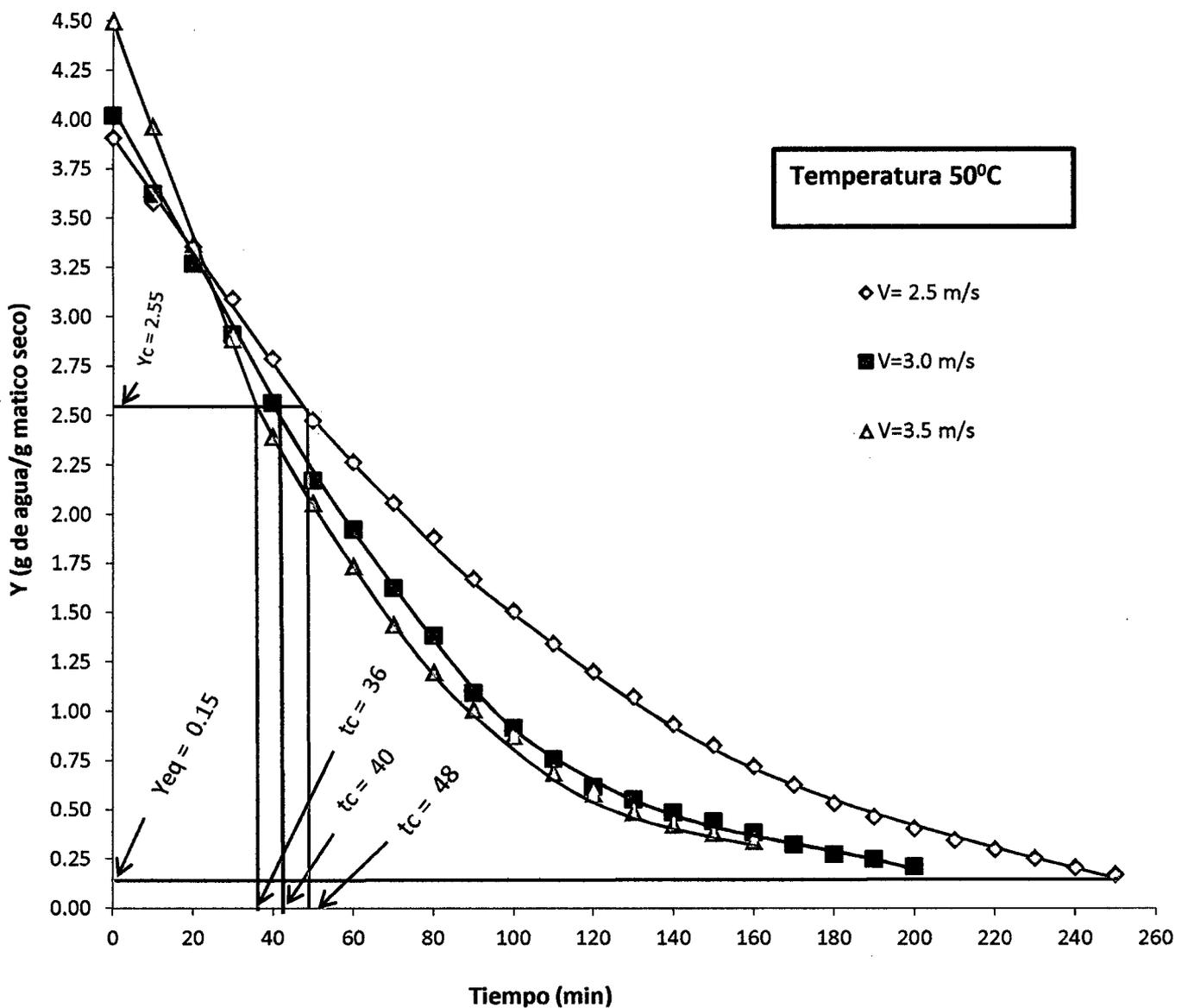


Figura 2. Humedad residual en función del tiempo ($T_1 = 50\text{ }^\circ\text{C}$, $V_1 = 2,5\text{ m/s}$, $V_2 = 3,0\text{ m/s}$, $V_3 = 3,5\text{ m/s}$)

La Figura 2 corresponde a la gráfica de humedad residual en función del tiempo a una temperatura del aire de secado de $50\text{ }^\circ\text{C}$, para cada una de las velocidades del aire de secado evaluadas. Se observa que al aumentar la velocidad del aire de secado, manteniendo la temperatura constante, el tiempo crítico disminuye; sin embargo, la humedad crítica ($2,55\text{ g de agua/g matico seco}$) y la humedad de equilibrio ($0,15\text{ g de agua/g de matico seco}$) se mantienen constantes.

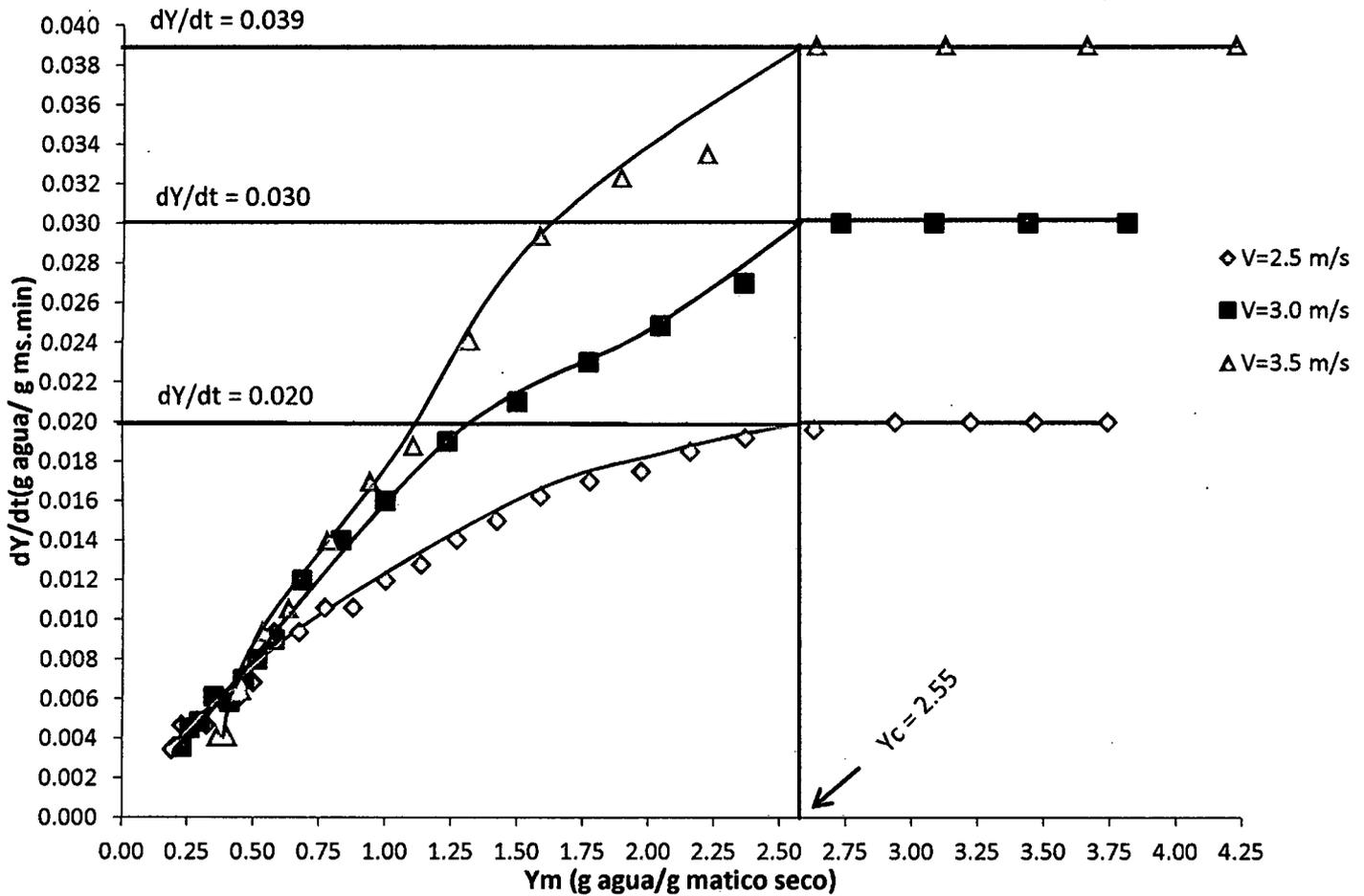


Figura 3. Variación de la humedad con el tiempo en función de la humedad residual promedio ($T_1 = 50$ °C, $V_1 = 2,5$ m/s, $V_2 = 3,0$ m/s, $V_3 = 3,5$ m/s)

La Figura 3 corresponde a la gráfica de velocidad de secado vs humedad residual promedio, para cada una de las velocidades evaluadas, a la temperatura de 50 °C. Se observa que al aumentar la velocidad del aire de secado se logra un incremento de la velocidad de secado. A esa temperatura, la velocidad máxima de secado fue de, $0,039$ g agua/g ms.min, correspondiendo a la velocidad de aire de $3,5$ m/s.

3.3. Propiedades fisicoquímicas

3.3.1. Rendimiento del filtrante de matico

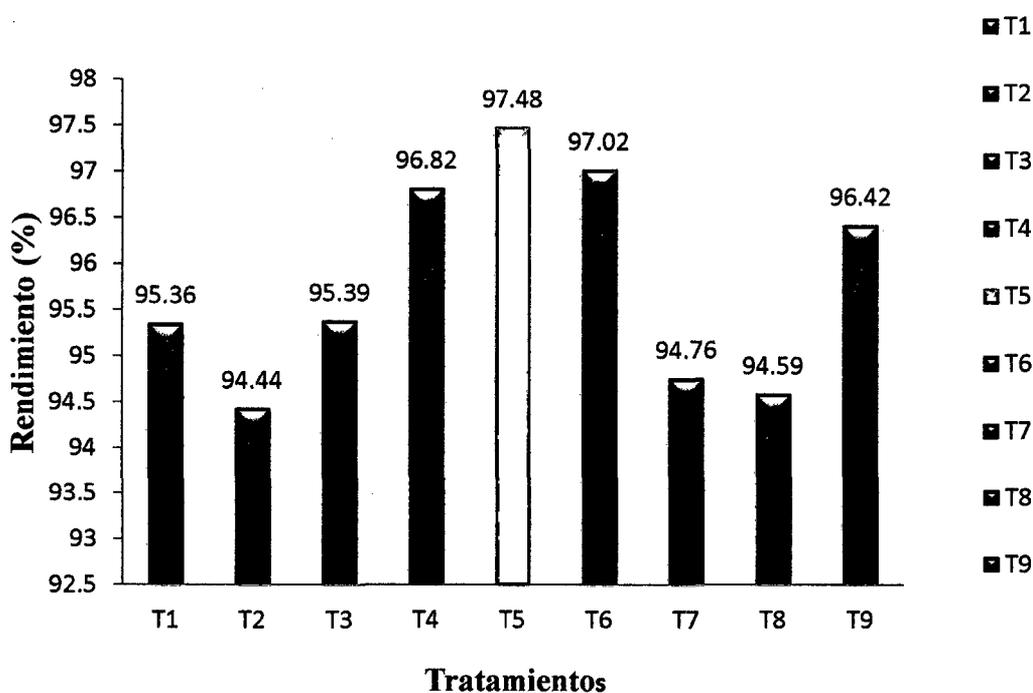


Figura 4. Valores promedios del rendimiento de la hoja de matico para elaborar filtrante de matico (*Piper acutifolium*) de los diferentes tratamientos.

En la Figura 4, se observa el rendimiento de la hoja de matico para elaborar filtrantes de los diferentes tratamientos aplicados a hojas de matico, observando en el gráfico que las pérdidas son inferiores a 5,56 %, siendo estas mínimas en el proceso de chancado.

3.3.2. pH del filtrante de matico

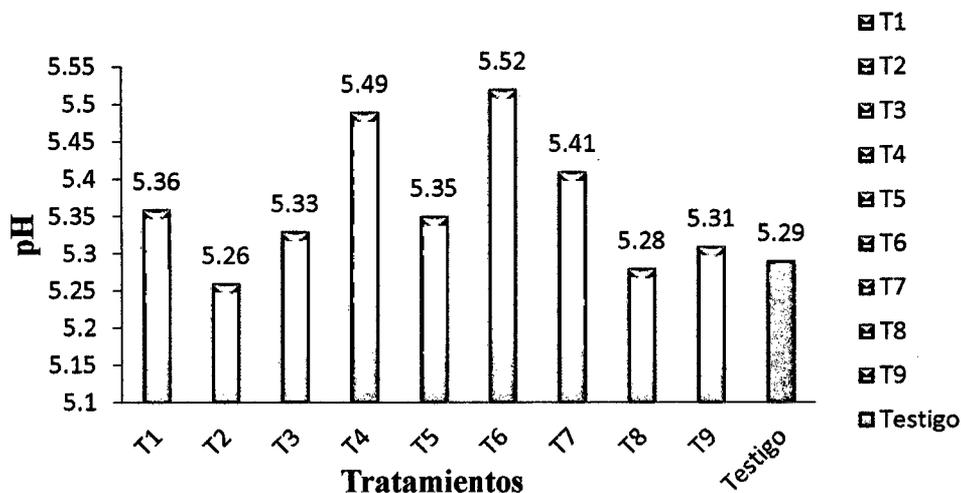


Figura 5. Valores promedios de pH del filtrante de matico de los diferentes tratamientos.

3.3.3. Acidez titulable del filtrante de matico

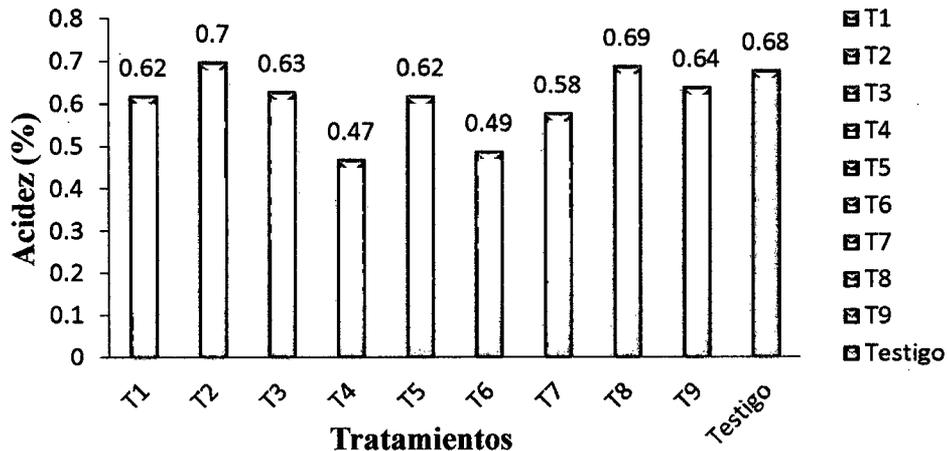


Figura 6. Valores promedio de acidez titulable del filtrante de matico.

En las Figuras 5 y 6 se muestra los promedios de pH y porcentaje de acidez titulable del filtrante de matico, mostrando que los resultados de ambas propiedades para cada tratamiento inversamente proporcionales.

3.3.4. Ceniza del filtrante de matico

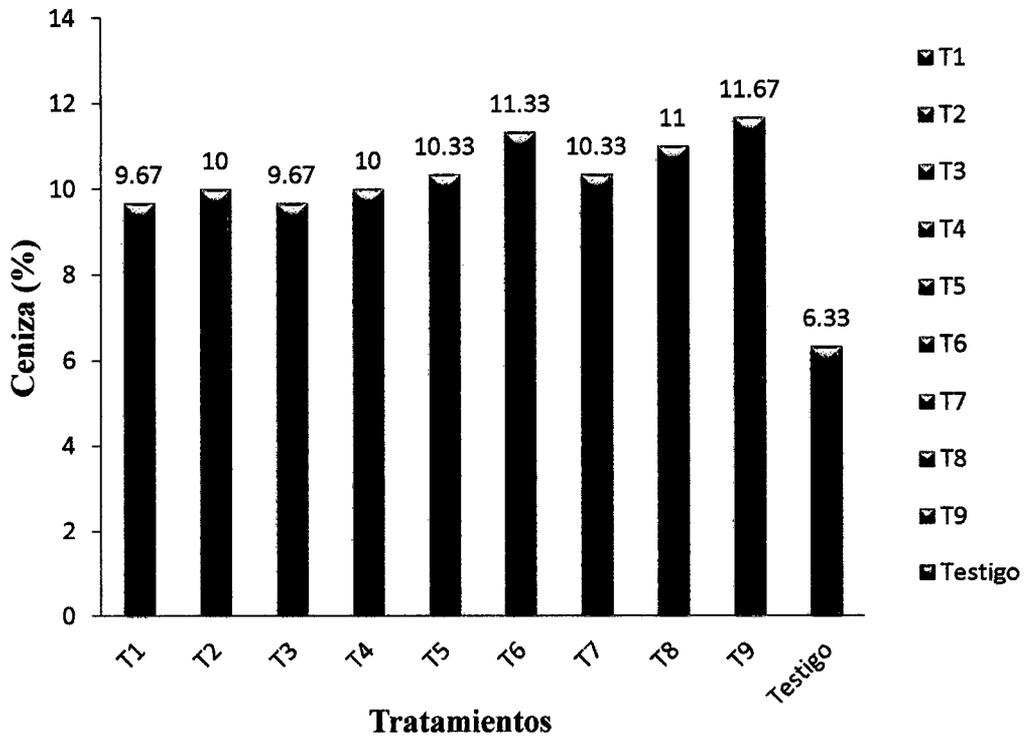


Figura 7. Valores promedios de ceniza del filtrante de matico.

En la Figura 7 se observa que el valor de ceniza del testigo es menor que los demás tratamientos, los que están en el rango de 9,67% a 11,67%.



16 AGO 2013.

3.3.5. Capacidad de retención de agua del filtrante de matico

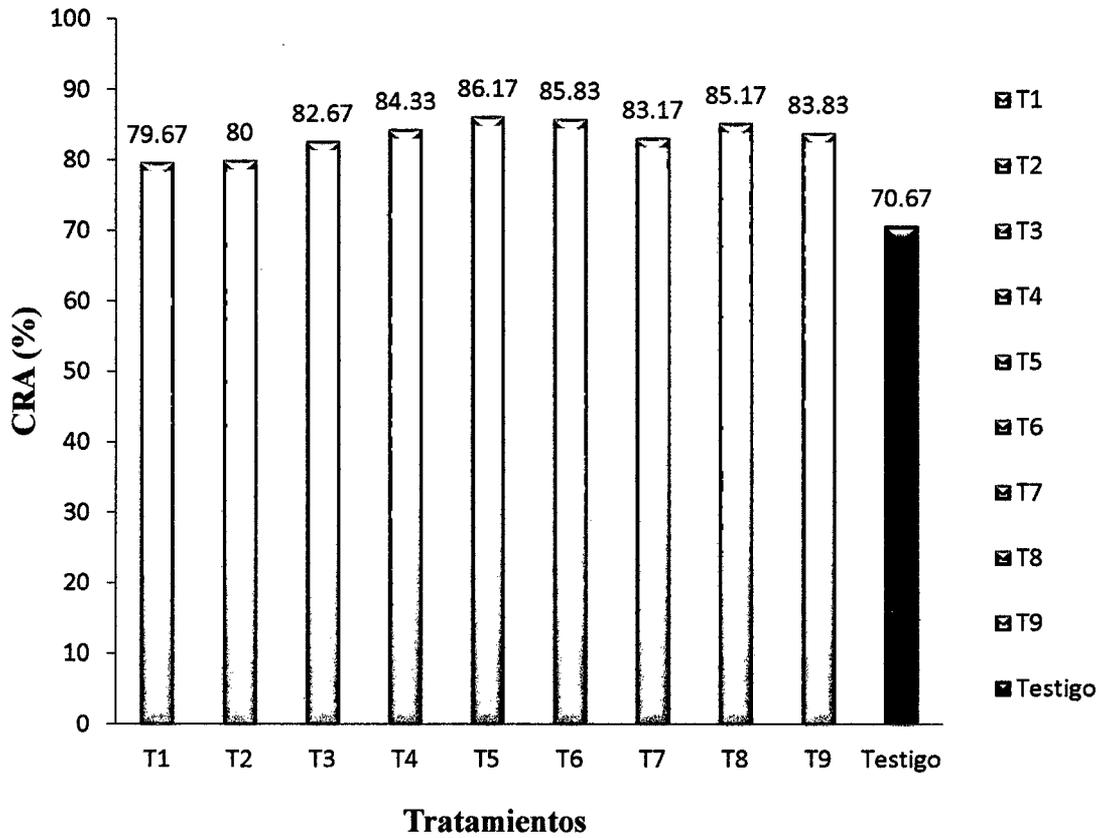


Figura 8. Valores promedios de la capacidad de retención de agua (CRA) de los filtrantes de matico.

La Figura 8 muestra el comportamiento de la capacidad de retención de agua de los diferentes tratamientos. El mayor porcentaje se encuentra en los tratamientos 5 y 6.

3.4. Propiedades organolépticas

3.4.1. Sabor del filtrante de matico

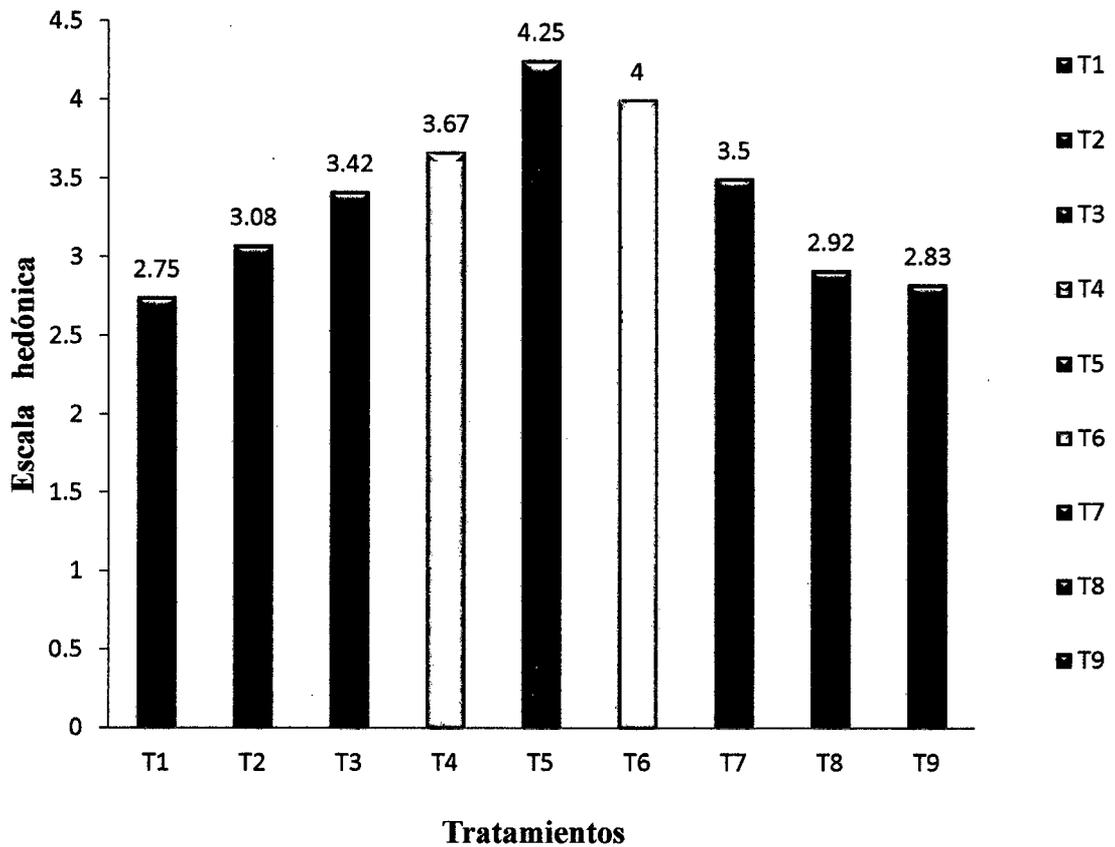


Figura 9. Valores promedios de la evaluación organoléptica del sabor de los filtrantes de matico.

En la Figura 9 se muestra la evaluación organoléptica del sabor realizada mediante una escala hedónica de 5 puntos. La mayor aceptabilidad por los panelistas fue para los tratamientos 4, 5 y 6.

3.4.2. Aroma del filtrante de matico

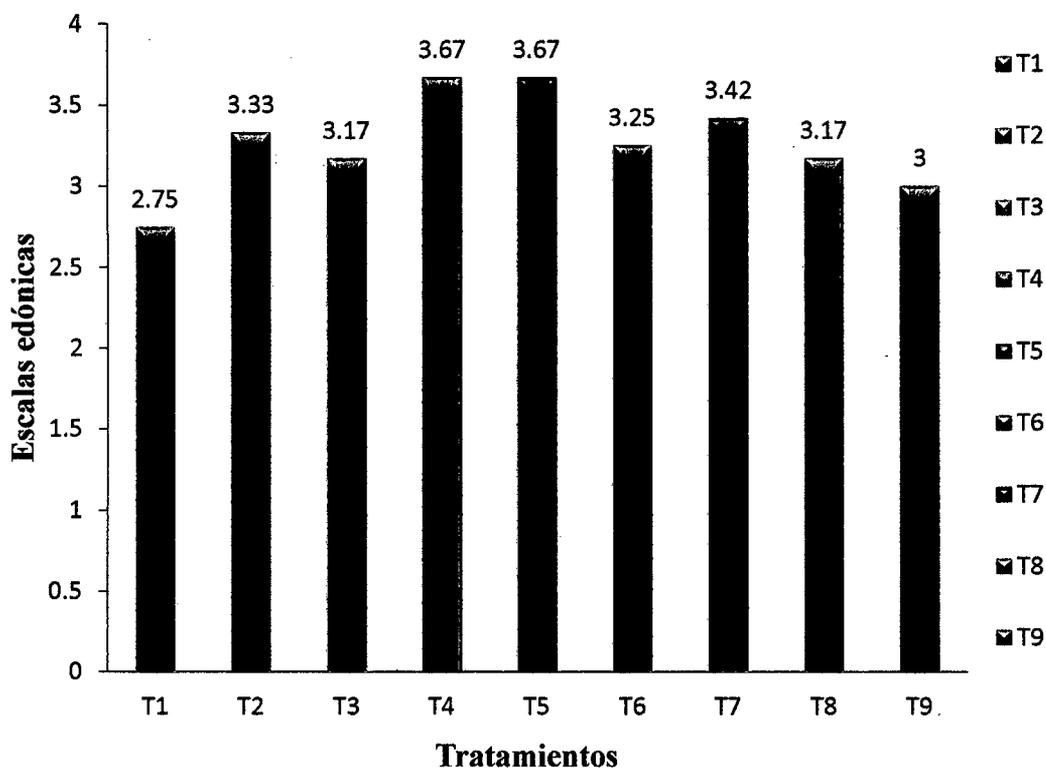


Figura 10. Valores promedio de la evaluación organoléptica del aroma de los filtrantes de matico.

En la Figura 10 se muestra la evaluación organoléptica del aroma realizado con una escala hedónica. La mayor aceptación por los panelistas fue para los tratamientos 4, 5 y 7.

3.4.3. Color del filtrante de matico

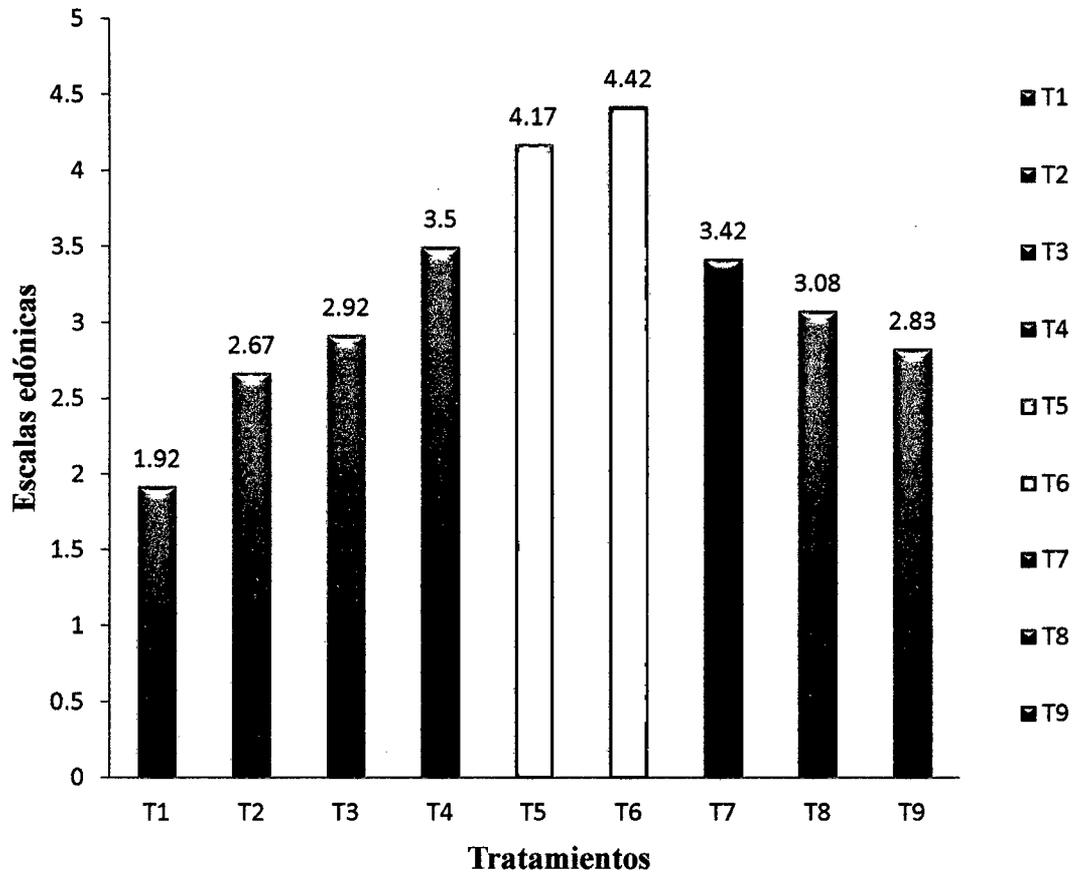


Figura 11. Valores promedio de la evaluación organoléptica del color de los filtrantes de matico.

En la Figura 11 se muestra la evaluación organoléptica del color realizado con una escala hedónica. La mayor aceptación por los panelistas fue para los tratamientos 5 y 6.

3.5. Evaluación microbiológica de los mejores tratamientos expuestos al medio ambiente del filtrante de *Piper acutifolium*

Tabla 5. Número de colonias de mohos y levaduras por gramo

Muestra	Evaluación	Días de evaluación de los filtrantes	
		Día 15 (UFC/g)	Día 30 (UFC/g)
T4	Recuento de mohos	1,2 x 10 ²	2,6 x 10 ²
	Recuento de levaduras	Ausencia	Ausencia
T5	Recuento de mohos	1,0 x 10 ²	2,3 x 10 ²
	Recuento de levaduras	Ausencia	Ausencia
T6	Recuento de mohos	0,8 x 10 ²	1,6 x 10 ²
	Recuento de levaduras	Ausencia	Ausencia

Fuente: Elaboración propia

3.6. Evaluación del color de los mejores tratamientos del filtrante de matico y el testigo obtenidos con Photo Show.

Tabla 6. Resultados obtenidos del Photo Show con respecto al color.

Muestra	Canales	Código	Color
T4	R=129	#815C0E	Vara de oro 2
	G=92		
	B=14		
T5	R=130	#82510E	Vara de oro 3
	G=81		
	B=14		
T6	R=133	#82510E	Vara de oro 3
	G=81		
	B=14		
Testigo	R=132	#845B03	Vara de oro 4
	G=91		
	B=03		

Fuente: Elaboración propia

Significación: R = rojo, G = verde y B = azul.

IV. DISCUSIÓN

El efecto de velocidad del aire es de suma importancia para la obtención de hojas secas ya que a medida de la velocidad del aire aumenta, el tiempo crítico de secado disminuye. Esto coincide con lo reportado por Sandoval (2006), que a mayor velocidad del flujo de aire más elevada la rapidez del secado es mayor y que en el periodo de velocidad decreciente la temperatura superficial de la hoja es mayor al aplicar una elevada velocidad de aire.

Se puede observar que con temperaturas de 40, 50 y 60 °C a una velocidad de 3,5 m/s, tomada como máxima velocidad de la investigación, no se logró llegar al 10% de humedad final en base húmeda empleando muestras de hojas de matico con una humedad inicial de 81,5% en promedio en base húmeda. Esto se debió al equilibrio que se establece entre la humedad del aire de secado y la humedad de las hojas de matico. Según De Montellano (2004), el secado de alimentos se podrá realizar hasta llegar a un equilibrio en cuyas condiciones el producto quedará con peso constante.

Se puede deducir que a mayor temperatura de secado, sin que influya la velocidad del aire, la humedad crítica aumenta. Esto se debe a que a mayor temperatura, la humedad superficial es retirada más rápido de lo que migra del interior de las hojas hacia la superficie; esto concuerda con lo encontrado por Vega y Lemus (2006).

En las Figuras 2 de los resultados y en las Figuras 12 y 14 de anexos se observa que el periodo de velocidad constante tiene función lineal para cada una de las temperaturas y velocidades de aire evaluadas; esto está de acuerdo con lo reportado por Vega y Lemus (2006), que las curvas de secado tienen función lineal en el periodo de velocidad constante.

Los valores de pH de los filtrantes de matico que se obtuvieron están entre 5,26 y 5,52 (Tabla 9), encontrándose dentro del rango adecuado para que se produzca el proceso de oxidación de las hojas de matico. Bello (2000), menciona que uno de los factores imprescindibles para que suceda el pardeamiento enzimático es un pH entre 5 – 7, a pH 3 no existe pardeamiento enzimático.

Los valores de ceniza en la presente investigación varían entre 9.67 – 11.67% estando en los rangos establecido, según NTP 209.244. 1986 de la hierba luisa en bolsas filtrantes del año (2009), cuyos valores de ceniza deben estar entre 9 – 12 %.

Para el envase del filtrante de matico se utilizó papel filtro termosellable, apropiado por cumplir con los requisitos que establece el código Alimentario Argentino, Capitulo XV, Artículo 1181, y la NTP para hierba luisa que son las siguientes: El material de las bolsitas deberá ser inocuo para la salud, de estructura fibrosa y deberá presentar neutralidad en el sabor; deberá responder a las características tales que permitan filtrar en caliente y a ebullición; tendrá flexibilidad, resistencia mecánica, permitirá la difusión rápida y completa de la infusión, con retención de las partículas mas pequeñas del te; las bolsitas en todos sus tipos y variedades , cargadas de hierba luisa filtrante y mojadas, deberá ser resistente a todas las manipulaciones a que sean sometidas; cuando las bolsitas tengan hilo este deberá ser de algodón puro, crudo u otro material autorizado, sin colorear , fino y apto para estar en contacto con productos alimenticios.

Cabe resaltar que los tratamientos en su mayoría no tuvieron la presencia del polvillo dentro de la taza de infusión, esto hace que la presentación de la infusión sea buena y tenga una buena apariencia general. Según Wittig de Penna (2001), las infusiones tienen gran aceptación como bebida, pero esta aceptación se reduce significativamente en los casos de tener infusiones incoloras o de color demasiado oscuro. Las características del color colaboran a que el aspecto general de bebida reciba buenos calificativos, sin embargo, otro tema a cuidar es el pasaje del polvillo por causa de una mala molienda, lo que perjudica la presentación de la infusión.

Los tratamientos más aceptables por nuestros panelistas referido al olor fueron los tratamientos 4 y 5, Follegatti, (2002), menciona que el olor de la manzanilla lo confiere algunos compuestos volátiles que son liberados cuando son preparados como infusiones con agua hirviendo, que le proporciona ese olor intenso, agradable, típico, responsabilidad de las fracciones más volátiles de aceite esencial.

El filtrante de matico se encuentra con humedad de 6.01 – 9.7 %; por lo cual no se encontró presencia de levaduras. Con respecto a mohos, al realizar la evaluación microbiológica a los 30 días de almacenamiento se encontró en el rango aceptable por la

NTP, la presencia de estos puede deberse a hongos procedentes del ambiente durante el procesamiento del filtrante o en su posterior almacenamiento. Para Lewis (1993); la cantidad de humedad de un alimento establece que microorganismos tendrán oportunidad de crecer. Los hongos pueden crecer en sustratos alimenticios con humedad tan baja como el 12 %; las bacterias y levaduras requieren de humedad más alta sobre el 30 %.

En las evaluaciones microbiológicas para levaduras y mohos de los mejores tratamientos T4, T5 y T6 de los filtrantes de matico, sometidos a una evaluación a los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente se encontraron colonias de mohos en el rango permisible establecidos por las normas a mencionar, y con una nula presencia de levaduras. En la norma técnica para el análisis y evaluación de mate (NTP 209.229.1992) y la NTP 209.244.1986 de la hierba luisa en bolsas filtrantes (2009), los límites máximos permisibles no deben exceder al rango de $10^2 - 10^3$ UFC/g, para levaduras y mohos respectivamente.

En el análisis microbiológico se encontró ausencia de microorganismos patógenos, el filtrante obtenido es apto para el consumo humano esto se debe al cumplimiento de las BPM en todo el proceso, confirmado por ICMSF (2000); la mayor parte de los alimentos se convierten en potencialmente peligrosos solo después que se han dejado de lado las reglas de limpieza, higiene y desinfección.

Los mejores tratamientos para la elaboración de los filtrantes de matico, fue con una velocidad de aire de y 3,5 m/s a temperatura de 50°C, con un tiempo crítico de y 36 min respectivamente. Según Chipana (2008), recomienda que el secado más eficiente de las hojas de mate de coca fue a 50°C y velocidad del aire de 3,5 m/s

El filtrante de matico no cuenta con saborizantes, colorantes ni conservantes, es 100 % natural y de un aroma agradable. Es el resultado de una buena selección de las hojas y de un buen procesamiento que se le dio.

V. CONCLUSIÓN

1. La cinética de secado influye directamente en el color de los filtrantes de matico ya que a medida que se incrementa la temperatura y la velocidad del aire de secado, se va perdiendo la tonalidad de color de las infusiones preparadas a base de filtrantes de matico. Teniendo así un color mas aceptado por los panelistas el T6.
2. Se concluye que el mejor tratamiento con respecto a la evaluación fisicoquímica fue el T6
3. La cinética de secado de matico con diferentes niveles de temperatura y velocidad del aire de secado presentan periodo de secado a velocidad constante y velocidad decreciente con humedad critica de 2,27 g de agua/g matico seco, 2,55g de agua/g matico seco y 2,80 g de agua/g matico seco, a 40°C, 50°C y 60°C, respectivamente.
4. Las mejores condiciones de secado de hojas de matico para la elaboración de filtrantes con 10% de humedad en base húmeda fueron:
 - Temperatura del aire de secado 50°C.
 - Velocidad del aire de secado 3,5 m/s.
 - Tiempo de secado en secador de bandeja y 127 minutos
5. Para el análisis microbiológico se tomó como muestra a los tratamientos T4, T5 y T6 y dando como resultado final de las UFC/g ($1,2 \times 10^2$, $1,0 \times 10^2$ y $0,8 \times 10^2$) se concluye que el T6 es el que presenta menor contenido de microorganismos UFC/g, encontrándose en el rango permisible establecido por la NTP.

VI. RECOMENDACIONES

1. Diseñar un sistema de software que de lectura el peso, la temperatura y la velocidad de aire disminuir costo de producción.
2. Realizar la caracterización fitoquímica (compuestos fenólicos, flavonoides, taninos, antocianinas, cânfora entre otras) del matico (*Piper acutifolium*). para determinar el porcentaje de cada uno de los componentes.
3. Proponer a las autoridades competentes realizar estudios de factibilidad para la instalación de una planta procesadora de filtrantes de matico tomando en cuenta los resultados obtenidos en la presente investigación.
4. Aplicar la secuencia de trabajo de estudio tecnológico, económico y financiero con otro tipo de plantas medicinales de la Región Amazonas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AACC. 1993. Cereal Laboratory Methods. The American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of St. Paul, MN. Vol I y II.
- Agraria. 2008. Estudio Cadenas Productivas y su relación con la Innovación. Plantas Medicinales. Deshidratadas, Región del Bio. Financiado por FIA y elaborado por Consultora Profesional. Agraria Sur Ltda. Marzo 2008. Citada en noviembre del 2012.
- Aquino, R. F. De Simone. 1996. “Flora Officinale Dell’ America Latina”. Volumen 1. Salerno.
- Bello, J. 2000. Ciencia bromatológica: principios generales de los alimentos. Ediciones Días de Santos. Madrid- España.
- Chipana, E. J. 2008. Análisis y evaluación del mate. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann Facultad de Ciencias. Perú.
- Cook. E. M. D. y Du Mont. 1991. Process Drying Practice. Editorial Mc Graw Hill. New York.
- Código Alimentario Argentino, Capítulo XV, Artículo 1181; disponible en <http://www.unctad.org/infocomm/espagnol/te/utilizacion.htm>.
- De Montellano, V. 2004. Análisis y simulación de procesos de secado de culantro, perejil y zapote bajo condiciones de temperaturas cambiantes. Tesis presentada para optar el Grado Académico de Licenciatura de Ingeniería en Alimentos. México: Universidad de las Américas, Puebla. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos.
- Doll, U. H. Vogel, P. Jeldres y M. Muñoz. 2003. Estudios de propagación vegetativa en matico (*Buddleja globosa*). Universidad de Tala – Chile. Citada en setiembre del 2012

- Follegatti, R. 2002. Formulación y Evaluación Sensorial de mezclas de Manzanilla Común (*Matricaria chamomilla* L.) y Hierba Luisa (*Cymbopogon citratos* Stapf.) conteniendo corteza de uña de gato (*Uncaria tomentosa*) para su uso en infusiones. [Tesis de Magister]. Escuela de Post Grado. Especialidad Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional Agraria de la Molina.
- Geankoplis, C. 1993. Procesos de transporte y operaciones unitarias. Editorial C.E.C.S.A. Primera edición México.
- International commission on microbial specifications for food, of the international Union of Biological societies.(ICMSF)2000. Microorganismos de los alimentos: su significado y métodos de enumeración. Segunda Edición. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.
- Mejía K. y E. Rengifo. 2000. Plantas medicinales de uso popular en la Amazonia Peruana. AECI and IIAP, Lima, Perú.
- Lance A. 2006. Industria de las bebidas, sectores basados en recursos biológicos, enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Honduras.
- Lewis M. J, 1993. Propiedades de los alimentos y de los sistemas de procesado. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.
- Mahabir P. Gupta 1995. "270 Plantas Medicinales Iberoamericanas". Convenio Andrés Bello1995.
- Ninoska, F. Q 2007. Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo industrial, Subdivisión de Promoción de Inversión y Tecnología, Gobierno de Bolivia, Ministerio de Planificación y Desarrollo, Viceministerio de Ciencia y Tecnología Plantas Medicinales en Bolivia. Estado del Arte.
- Ocón G. J y G. Tojo B. 1980 Problemas de Ingeniería Química. Tomo II. Editorial Aguilar S.A. 5ta Reimpresión. España.
- Palacios Vaccaro J. W. 1997. Plantas Medicinales Nativas del Perú 1° edición Editorial Concytec Lima-Perú pg. 79-81.

- Parra, P. A. 2007. Área infusiones. Proceso de elaboración de filtrantes. Dirección de industrias alimentaria. Buenos aires - Argentina.
- Perry J. y C. Chilton. 1982. Manual del Ingeniero Químico. Editorial Mc Graw Hill. 2da Edición. Bogotá.
- Pino, G. 2006. Las especias del genero Piper de la provincia de Cajamarca. Revista Magistri et Doctores escuela de postgrado de la UNMSM. Lima- Perú.
- Proyecto BID-ADEX –RTA. 2009. Hierba Luisa Filtrante. Lima – Perú. Citado en setiembre del 2012
- Sandoval S. Rodríguez, J. Méndez L. y Sánchez J. 2006. Rapidez de secado reducida: una aplicación al secado convectivo de plátano Roátan Revista Mexicana de Ingeniería Química. México: Universidad Autónoma Metropolitana. Volumen 5, N° 1.
- UNIFEM. 1998. Técnicas de secado. 2da edición. ITDJ. Perú.
- Wittig de Penna, E. 2001. Evaluación Sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. Chile. 125 pp.
- Vernon, C. J. 2000. Laboratorio de operaciones unitarias. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México.
- Vander P. y M. Fonch. 1986. Plantas medicinales. Disponible en: <http://www.inkaplus.com/media/web/pdf/Matico.pdf>.
- Vega, A.A. y R.A. Lemus. 2006. Modelado de la sinetica de secado de la papaya chilena (*vasconcellea pubescens*). Inf. Tecnol. (online). Vol. 17, nº.3 (citado el 15 abril 2013), p.23-31. Disponible en la World wide web: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sciartext&pid=S071807642006000300005&ing=esnm=iso.ISSN>.

ALEXOS

ANEXO 1

MÉTODOS DE EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA, ORGANOLEPTICA Y MICROBIOLÓGICA

1.1. Humedad

Este análisis se realizó utilizando una balanza de humedad. (Adam Equipment, 2004), mediante un proceso de secado y eliminación del agua libre y semi ligada del producto. Tomando nota el porcentaje final de la humedad de la muestra, mostrada en la pantalla del equipo Este análisis se hizo a los filtrantes de matico.

Tabla 7. Valores de humedad del filtrante de *Piper acutifolium*.

REPETICIÓN	A1 = 40 °C			A2 = 50 °C			A3 = 60 °C			Testigo
	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5	
R1	8,81	7,66	7,67	8,92	7,24	6,01	9,33	7,63	7,39	8,81
R2	9,27	7,12	8,98	9,7	7,99	6,5	7,87	7,97	6,99	9,27
R3	6,69	7,69	9,16	9,45	8,3	6,61	7,98	8,05	8,13	6,69
ΣXi	24,77	22,47	25,81	28,07	23,53	19,12	25,18	23,65	22,51	24,77
Xi	8,26	7,49	8,60	9,36	7,84	6,37	8,39	7,88	7,50	8,26

Tabla 8. Valores de humedad de los diferentes tratamientos del filtrante de *Piper acutifolium* analizados estadísticamente (SPSS).

Tratamiento	Media		N	Desviación típica
T1=40°C+2.5	8.2567	defghi	3	1.37613
T2=40°C+3.0	7.4900	hi	3	0.32078
T3=40°C+3.5	8.6033	bcdefghi	3	0.81329
T4=50°C+2.5	9.3567	abcdefg	3	0.39829
T5=50°C+3.0	7.8433	fghi	3	0.54501
T6=50°C+3.5	6.3733	i	3	0.31943
T7=60°C+2.5	8.3933	cdefghi	3	0.81304
T8=60°C+3.0	7.8833	efghi	3	0.22301
T9=60°C+3.5	7.5033	ghi	3	0.57839
T10=Testigo	8.2567	abcdhghi	3	1.37613
Total	7.9960		30	1.00610

Anova $p > 0.05$ Letras iguales indican diferencia no significativa, Prueba de C de Dunnet

Resultado del análisis estadístico de humedad del filtrante de matico *Piper acutifolium*.

A. Análisis de varianza del DCA con arreglo factorial (3A x 3B)

VARIABLE	Tratamiento	N	Rango promedio
Valores de humedad del filtrante de <i>Piper acutifolium</i> .	T1=40°C+2.5	3	17.50
	T2=40°C+3.0	3	10.33
	T3=40°C+3.5	3	20.33
	T4=50°C+2.5	3	27.33
	T5=50°C+3.0	3	15.00
	T6=50°C+3.5	3	2.00
	T7=60°C+2.5	3	19.33
	T8=60°C+3.0	3	14.33
	T9=60°C+3.5	3	11.33
	T10=Testigo	3	17.50

Estadísticos de contraste(a,b)

Valores de humedad del filtrante de <i>Piper acutifolium</i> .	Chi-cuadrado	Gl	Sig. asintót.
	16.037	9	0.066

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Tratamiento

B. Pruebas de los efectos inter-sujetos

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
A	0.324	2	0.162	0.263	0.771
B	6.921	2	3.461	5.623	0.012
A * B	9.574	4	2.394	3.889	0.017
Total	1,947.436	30			
Total corregida	29.355	29			

a. R cuadrado = 0.581 (R cuadrado corregida = 0.392)

1.2. pH

Este análisis se realizó utilizando el pH – metro microprocesador Q400MT calibrado, donde se procedió a disolver 10g de muestra en 100mL de agua destilada, en un vaso de precipitación, se filtró la solución para luego obtener el pH introduciendo el electrodo en el filtrado. Luego la opción pH elegida aparece en la pantalla del pH – metro y se presionó enter, dejando que se establezca el valor de pH en la pantalla hasta que aparezca la palabra OK, finalmente se registraron los datos en la tabla respectiva. Este análisis se realizó a la hoja de matico y al filtrante de matico.

Tabla 9. Valores de pH del filtrante de *Piper acutifolium*.

REPETICIÓN	A1 = 40 °C			A2 = 50 °C			A3 = 60 °C			Testigo
	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5	
R1	5.38	5.25	5.33	5.5	5.35	5.55	5.4	5.27	5.15	5.28
R2	5.34	5.28	5.35	5.48	5.34	5.5	5.48	5.29	5.2	5.31
R3	5.36	5.25	5.31	5.49	5.36	5.53	5.35	5.28	5.58	5.27
ΣXi	16.08	15.78	15.99	16.47	16.05	16.58	16.23	15.84	15.93	15.86
Xi	5.36	5.26	5.33	5.49	5.35	5.52	5.41	5.28	5.31	5.29

Tabla 10. Valores de promedio de pH del filtrante de *Piper acutifolium* analizados estadísticamente (SPSS)

Tratamiento	Media	N	Desv. típ
T1=40°C+2.5	5.3600	3	0.03606
T2=40°C+3.0	5.2633	3	0.11240
T3=40°C+3.5	5.3347	3	0.11240
T4=50°C+2.5	5.4900	3	0.01000
T5=50°C+3.0	5.3500	3	0.02000
T6=50°C+3.5	5.5233	3	0.08505
T7=60°C+2.5	5.4100	3	0.06557
T8=60°C+3.0	5.2800	3	0.07937
T9=60°C+3.5	5.3100	3	0.23516
T10=Testigo	5.2867	3	0.02082
Total	5.3608	30	0.19211

Anova $p > 0.05$ Letras iguales indican diferencia no significativa, Prueba de C de Dunnet

Resultado del análisis estadístico de pH del filtrante de matico *Piper acutifolium*.

A. Análisis de varianza del DCA con arreglo factorial (3A x 3B)

Variable	Tratamiento	N	Rango promedio
Valores de pH del filtrante de Piper acutifolium.	T1=40°C+2.5	3	27.50
	T2=40°C+3.0	3	22.17
	T3=40°C+3.5	3	27.00
	T4=50°C+2.5	3	14.50
	T5=50°C+3.0	3	14.67
	T6=50°C+3.5	3	19.67
	T7=60°C+2.5	3	9.83
	T8=60°C+3.0	3	6.50
	T9=60°C+3.5	3	8.00
	T10=Testigo	3	5.17
	Total	30	

Estadísticos de contraste(a,b)

Valores de pH del filtrante de Piper acutifolium.	Chi-cuadrado	Gl	Sig. asintót
	23.878	9	0.004

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Tratamiento

B. Pruebas de los efectos inter-sujetos

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
A	0.642	2	0.321	31.892	0.000
B	0.029	2	0.014	1.425	0.264
A * B	0.038	4	0.010	0.948	0.457
Error	0.201	20	0.010		
Total corregida	1.070	29			

a. R cuadrado = 0.812 (R cuadrado corregida = 0.727)

1.3. Acidez titulable

Este análisis se determinó basando en una titulación con NaOH al 0.1N, se colocó aproximadamente 2g de filtrante de matico y 18mL de agua destilada en un matraz erlenmeyer de 50mL, agitando brevemente se filtró, de esta muestra se tomó 10 ml y se agregó 3 gotas de fenolftaleína al 1% y se tituló con NaOH al 0.1N, hasta obtener una coloración rosada. Este análisis se hizo a la hoja verde y al filtrante de matico. La acidez titulable se expresó como porcentaje mediante la siguiente ecuación.

$$\%Acidez = \frac{N.V. peX}{W} * 100$$

Donde: N = Normalidad de la solución de NaOH
 V = mL de NaOH gastados en la titulación
 peX = Peso mili equivalente del ácido orgánico X (ácido oxálico)
 W = Peso de la muestra

Tabla 11. Valores de acidez del filtrante de *Piper acutifolium*.

REPETICIÓN	A1 = 40 °C			A2 = 50 °C			A3 = 60 °C			Testigo
	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5	
R1	0,59	0,73	0,65	0,41	0,59	0,45	0,54	0,85	0,76	0,68
R2	0,68	0,70	0,69	0,59	0,63	0,54	0,52	0,59	0,72	0,63
R3	0,59	0,68	0,55	0,41	0,63	0,49	0,68	0,63	0,45	0,72
ΣXi	1,86	2,11	1,89	1,41	1,85	1,48	1,74	2,07	1,93	2,03
Xi	0,62	0,70	0,63	0,47	0,62	0,49	0,58	0,69	0,64	0,68

Tabla 12. Valores de promedio de acidez del filtrante de *Piper acutifolium* analizados estadísticamente (SPSS)

Tratamiento	Media		N	Desviación típica
T1=40°C+2.5	0.6200	a	3	0.05196
T2=40°C+3.0	0.7033	a	3	0.02517
T3=40°C+3.5	0.6300	a	3	0.07211
T4=50°C+2.5	0.4700	a	3	0.10392
T5=50°C+3.0	0.6167	a	3	0.02309
T6=50°C+3.5	0.4933	a	3	0.04509
T7=60°C+2.5	0.5800	a	3	0.08718
T8=60°C+3.0	0.6900	a	3	0.14000
T9=60°C+3.5	0.6433	a	3	0.16862
T10=Testigo	0.6767	a	3	0.04509
Total	0.6123		30	0.10585

Anova $p > 0.05$ Letras iguales indican diferencia no significativa, Prueba de C de Dunnet

Resultado del análisis estadístico de acidez del filtrante de matico *Piper acutifolium*.

A. Análisis de varianza del DCA con arreglo factorial (3A x 3B)

VARIABLES	Tratamiento	N	Rango promedio
Valores de acidez del filtrante de <i>Piper acutifolium</i> .	T1=40°C+2.5	3	15.17
	T2=40°C+3.0	3	24.83
	T3=40°C+3.5	3	17.33
	T4=50°C+2.5	3	5.00
	T5=50°C+3.0	3	15.00
	T6=50°C+3.5	3	5.33
	T7=60°C+2.5	3	11.67
	T8=60°C+3.0	3	19.50
	T9=60°C+3.5	3	19.67
	T10=Testigo	3	21.50
Total	30		

Estadísticos de contraste(a,b)

Valores de acidez del filtrante de Piper acutifolium	Chi-cuadrado	Gl	Sig. asintót.
	15.187	9	0.086

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Tratamiento

B. Pruebas de los efectos inter-sujetos

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
A	0.084	2	0.042	5.280	0.014
B	0.061	2	0.031	3.857	0.038
A * B	0.007	4	0.002	0.207	0.931
Error	0.159	20	0.008		
Total	11.574	30			
Total corregida	0.325	29			

a. R cuadrado = 0.510 (R cuadrado corregida = 0.290)

1.4. Ceniza

Este análisis se realizó utilizando el método gravimétrico, donde se pesa el crisol precalentado y enfriado (W1), luego se colocó 1g de filtrante de matico dentro del crisol, se pesa el crisol con el filtrante de matico (W2), se colocó en una cocina eléctrica hasta carbonizar por 20 minutos, para impedir salpicaduras cuando el crisol se traslada a la estufa a una temperatura de 170°C por un tiempo de 24 horas, hasta que el carbón se haya quemado, es decir cuando todo está de color blanco. Después se pesó el crisol y la ceniza obtenida (W3) en una balanza analítica con precisión de 0.001g. Luego se procedió a calcular el % de ceniza, siguiendo la siguiente ecuación.

$$\%Cenizas = \frac{W3 - W1}{W2 - W1} * 100$$

Tabla 13. Valores de ceniza del filtrante de *Piper acutifolium* en porcentaje.

REPETICIÓN	A1 = 40 °C			A2 = 50 °C			A3 = 60 °C			Testigo
	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5	
R1	10	10	9	11	11	11	10	11	13	6
R2	10	10	10	10	10	13	11	10	11	8
R3	9	10	10	9	10	10	10	12	11	5
ΣXi	29	30	29	30	31	34	31	33	35	19
Xi	9,67	10,00	9,67	10,00	10,33	11,33	10,33	11,00	11,67	6.33

Tabla 14. Valores de promedio de ceniza del filtrante de *Piper acutifolium* analizados estadísticamente (SPSS)

Tratamiento	Media		N	Desviación típica
T1=40°C+2.5	9.6667	b	3	0.57735
T2=40°C+3.0	10.0000	ab	3	0.00000
T3=40°C+3.5	9.6667	ab	3	0.57735
T4=50°C+2.5	10.0000	ab	3	1.00000
T5=50°C+3.0	10.3333	ab	3	0.57735
T6=50°C+3.5	11.3333	ab	3	1.52753
T7=60°C+2.5	10.3333	ab	3	0.57735
T8=60°C+3.0	11.0000	ab	3	1.00000
T9=60°C+3.5	11.6667	a	3	1.15470
T10=Testigo	6.3333	c	3	1.52753
Total	10.0333		30	1.62912

Anova $p > 0.05$ Letras iguales indican diferencia no significativa, Prueba de Duncan

Resultado del análisis estadístico de la ceniza del filtrante de matico *Piper acutifolium*.

A. Análisis de varianza del DCA con arreglo factorial (3A x 3B)

Contraste de Levene sobre la igualdad de la varianzas error(a)

F	gl1	gl2	Significación
1.846	9	20	0.122

Diseño: Interacción + Tratamiento

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
A	6.889	2	3.444	3.690	0.043
B	3.556	2	1.778	1.905	0.175
A * B	2.222	4	0.556	0.595	0.670
Error	18.667	20	0.933		
Total	3,097.000	30			
Total corregida	76.967	29			

R cuadrado = 0.757 (R cuadrado corregida = 0.648)

B. Subconjuntos homogéneos para establecer la significancia utilizando la prueba de Duncan aplicadas al porcentaje de ceniza a los filtrantes de matico

Tratamiento	N	Subconjunto		
		2	3	1
T10=Testigo	3	6.3333		
T1=40°C+2.5	3		9.6667	
T3=40°C+3.5	3		9.6667	
T2=40°C+3.0	3		10.0000	10.0000
T4=50°C+2.5	3		10.0000	10.0000
T5=50°C+3.0	3		10.3333	10.3333
T7=60°C+2.5	3		10.3333	10.3333
T8=60°C+3.0	3		11.0000	11.0000
T6=50°C+3.5	3		11.3333	11.3333
T9=60°C+3.5	3			11.6667
Significación		1.000	0.079	0.077

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 0.933.

- a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000
- b. Alfa = 0.05.

1.5. Capacidad de retención de agua (CRA)

Para determinar la capacidad de retención de agua, en tubos de ensayo se pesaron 0.5g de filtrante de matico en base seca y 4mL de agua destilada, las soluciones fueron agitada vigorosamente hasta tener una mezcla homogénea, luego fueron llevadas a un baño maría a 90°C por 15 minutos, seguidamente las muestras se enfriaron y se centrifugaron a 3500RPM x 15 minutos. Finalmente a las muestras con la ayuda de una pipeta fueron medidos el volumen de agua no retenida y por diferencia se determinó el % de CRA de cada tratamiento.

Tabla 15. Valores de Capacidad de retención de Agua del filtrante de *Piper acutifolium* en porcentaje.

REPETICIÓN	A1 = 40 °C			A2 = 50 °C			A3 = 60 °C			Testigo
	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5	
R1	80	80	80	83	86	85	82	85	82,5	73
R2	80	80	85	85	85	86,5	82,5	84	85	68
R3	79	80	83	85	87,5	86	85	86,5	84	71
ΣXi	239	240	248	253	258,5	257,5	249,5	255,5	251,5	212
Xi	79,67	80,00	82,67	84,33	86,17	85,83	83,17	85,17	83,83	70.67

Tabla 16. Valores de promedio de Capacidad de retención de Agua del filtrante de *Piper acutifolium* analizados estadísticamente (SPSS)

Tratamiento	Media		N	Desviación típica
T1=40°C+2.5	79.6667	d	3	0.57735
T2=40°C+3.0	80.0000	d	3	0.00000
T3=40°C+3.5	82.6667	c	3	2.51661
T4=50°C+2.5	84.3333	abc	3	1.15470
T5=50°C+3.0	86.1667	a	3	1.25831
T6=50°C+3.5	85.8333	ab	3	0.76376
T7=60°C+2.5	83.1667	bc	3	1.60728
T8=60°C+3.0	85.1667	abc	3	1.25831
T9=60°C+3.5	83.8333	abc	3	1.25831
T10=Testigo	70.6667	e	3	2.51661
Total	82.1500		30	4.60725

Anova $p > 0.05$ Letras iguales indican diferencia no significativa, Prueba de Duncan

Resultado del análisis estadístico de Capacidad de retención de Agua del filtrante de matico *Piper acutifolium*.

A. Análisis de varianza del DCA con arreglo factorial (3A x 3B)

Contraste de Levene sobre la igualdad de la varianzas error(a)

F	gl1	gl2	Significación
1.837	9	20	0.123

Diseño: Interacción + Tratamiento

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
A	103.352	2	51.676	23.225	0.000
B	15.019	2	7.509	3.375	0.055
A * B	13.148	4	3.287	1.477	0.246
Error	44.500	20	2.225		
Total	203,074.250	30			
Total corregida	615.575	29			

a. R cuadrado = 0.928 (R cuadrado corregida = 0.895)

B. Subconjuntos homogéneos para establecer la significancia utilizando la prueba de Duncan aplicadas al porcentaje de ceniza a los filtrantes de matico

Tratamiento	N	Subconjunto				
		2	3	4	5	1
T10=Testigo	3	70.6667				
T1=40°C+2.5	3		79.6667			
T2=40°C+3.0	3		80.0000			
T3=40°C+3.5	3			82.6667		
T7=60°C+2.5	3			83.1667	83.1667	
T9=60°C+3.5	3			83.8333	83.8333	83.8333
T4=50°C+2.5	3			84.3333	84.3333	84.3333
T8=60°C+3.0	3			85.1667	85.1667	85.1667
T6=50°C+3.5	3				85.8333	85.8333
T5=50°C+3.0	3					86.1667
Significación		1.000	0.787	0.078	0.061	0.099

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 2.225.

- a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000
- b. Alfa = 0.05.

1.6. Evaluación organoléptica

Para la evaluación de color, sabor y aroma se aplicó una escala hedónica con 12 panelistas, dándoles valores de evaluación del 1 al 5, refiriéndose al 5 como el valor de más aceptabilidad y el valor de 1 el menos aceptable.

Tabla 17. Valores de la Evaluación organoléptica del Sabor del filtrante de *Piper acutifolium*.

PANELISTAS	A1 = 40 °C			A2 = 50 °C			A3 = 60 °C		
	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5
1	1	1	2	3	4	5	5	4	4
2	3	3	4	5	4	4	4	3	4
3	1	2	3	2	4	2	2	1	1
4	4	4	4	3	5	4	2	2	1
5	2	3	3	3	4	4	4	3	9
6	2	2	3	4	4	4	5	4	4
7	4	3	3	4	4	4	4	4	3
8	1	3	3	3	3	4	3	3	3
9	5	5	5	4	4	3	2	2	1
10	3	4	4	4	5	5	3	2	5
11	5	4	3	5	5	4	4	3	3
12	2	3	4	4	5	5	4	4	2
ΣXi	33	37	41	44	51	48	42	35	34
Xi	2.75	3.08	3.42	3.67	4.25	4	3.5	2.92	2.83

Tabla 18. Valores de promedio de la Evaluación sensorial del Sabor del filtrante de *Piper acutifolium* analizados estadísticamente (SPSS)

Tratamiento	Media		N	Desviación típica
T1=40°C+2.5	2.75	h	12	1.485
T2=40°C+3.0	3.08	fgh	12	1.084
T3=40°C+3.5	3.42	defgh	12	0.793
T4=50°C+2.5	3.67	bcdefgh	12	0.888
T5=50°C+3.0	4.25	abcdefgh	12	0.622
T6=50°C+3.5	4	abcdefgh	12	0.853
T7=60°C+2.5	3.5	cdefgh	12	1.087
T8=60°C+3.0	2.92	gh	12	0.996
T9=60°C+3.5	3.33	efgh	12	2.229
Total	3.44		108	1.248

Anova $p > 0.05$ Letras iguales indican diferencia no significativa, Prueba de C Dannet.

Resultado del análisis estadístico del sabor del filtrante de matico *Piper acutifolium*.

A. Análisis de varianza del DCA con arreglo factorial (3A x 3B)

Variable	Tratamiento	N	Rango promedio
Valores de la Evaluación sensorial del Sabor del filtrante de <i>Piper acutifolium</i> .	T1=40°C+2.5	12	39.88
	T2=40°C+3.0	12	44.83
	T3=40°C+3.5	12	52.21
	T4=50°C+2.5	12	60.21
	T5=50°C+3.0	12	78.00
	T6=50°C+3.5	12	71.04
	T7=60°C+2.5	12	56.63
	T8=60°C+3.0	12	40.71
	T9=60°C+3.5	12	47.00
	Total	108	

Pruebas de los efectos inter – sujetos

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
A	16.074	2	8.037	5.541	0.005
B	1.407	2	0.704	0.485	0.617
A * B	5.481	4	1.370	0.945	0.441
Error	143.583	99	1.450		
Total	1,441.000	108			
Total corregida	166.546	107			

a. R cuadrado = 0.138 (R cuadrado corregida = 0.068)

Tabla 19. Valores de la Evaluación sensorial del Aroma del filtrante de *Piper acutifolium*.

PANELISTAS	A1 = 40 °C			A2 = 50 °C			A3 = 60 °C		
	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5
1	1	4	3	4	2	1	3	4	5
2	4	4	4	5	4	4	5	4	3
3	2	2	2	3	4	2	1	1	1
4	3	4	3	4	5	3	3	1	2
5	2	3	3	3	2	3	4	4	3
6	3	3	4	4	3	3	4	5	5
7	4	4	3	3	4	5	4	5	4
8	2	2	2	3	3	3	3	3	3
9	4	4	4	3	3	2	2	2	1
10	4	4	4	4	5	5	3	2	3
11	3	3	2	4	4	3	4	3	3
12	1	3	4	4	5	5	5	4	3
ΣXi	33	40	38	44	44	39	41	38	36
Xi	2.75	3.33	3.17	3.67	3.67	3.25	3.42	3.17	3.00

Tabla 20. Valores de promedio del aroma del filtrante de *Piper acutifolium* analizados estadísticamente (SPSS)

Tratamiento	Media		N	Desviación típica.
T1=40°C+2.5	2.75	b	12	1.138
T2=40°C+3.0	3.33	ab	12	0.778
T3=40°C+3.5	3.17	ab	12	0.835
T4=50°C+2.5	3.67	a	12	0.651
T5=50°C+3.0	3.67	a	12	1.073
T6=50°C+3.5	3.25	ab	12	1.288
T7=60°C+2.5	3.42	ab	12	1.165
T8=60°C+3.0	3.17	ab	12	1.403
T9=60°C+3.5	3.00	ab	12	1.279
Total	3.27		108	1.090

Anova $p > 0.05$ Letras iguales indican diferencia no significativa, Prueba de Duncan

Resultado del análisis estadístico del aroma del filtrante de matico *Piper acutifolium*.

A. Análisis de varianza del DCA con arreglo factorial (3A x 3B)

Contraste de Levene sobre la igualdad de la varianzas error(a)

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Panelista	39.657	11	3.605	4.011	0.000
Tratamiento	8.463	8	1.058	1.177	0.322
Error	79.093	88	0.899		
Total corregida	127.213	107			

Diseño: Interacción + Tratamiento

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
A	3.852	2	1.926	1.606	0.206
B	1.130	2	0.565	0.471	0.626
A * B	3.481	4	0.870	0.726	0.577
Error	118.750	99	1.199		
Total corregida	127.213	107			

a. R cuadrado = .357 (R cuadrado corregida = .306)

B. Subconjuntos homogéneos para establecer la significancia utilizando la prueba de Duncan aplicadas al porcentaje de ceniza a los filtrantes de matico

Tratamiento	N	Subconjunto	
		2	1
T1=40°C+2.5	12	2.75	
T9=60°C+3.5	12	3.00	3.00
T8=60°C+3.0	12	3.17	3.17
T3=40°C+3.5	12	3.17	3.17
T6=50°C+3.5	12	3.25	3.25
T2=40°C+3.0	12	3.33	3.33
T7=60°C+2.5	12	3.42	3.42
T4=50°C+2.5	12		3.67
T5=50°C+3.0	12		3.67
Significación		0.143	0.147

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 0.899.

- a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 12.000
- b. Alfa = 0.05.

Tabla 21. Valores de la Evaluación sensorial del Color del filtrante de *Piper acutifolium*.

PANELISTAS	A1 = 40 °C			A2 = 50 °C			A3 = 60 °C		
	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5
1	1	1	2	2	4	5	4	3	3
2	2	3	3	5	4	4	5	4	4
3	1	2	3	3	4	4	2	2	2
4	2	3	3	4	5	4	2	2	1
5	2	3	3	4	4	5	4	3	3
6	2	2	3	3	4	5	5	5	4
7	2	3	3	3	4	5	3	3	4
8	1	2	2	2	3	5	4	4	3
9	5	5	5	5	5	2	2	2	1
10	2	4	4	4	5	5	3	4	5
11	2	3	2	4	4	4	3	2	2
12	1	1	2	3	4	5	4	3	2
ΣXi	23	32	35	42	50	53	41	37	34
Xi	1.92	2.67	2.92	3.5	4.17	4.42	3.42	3.08	2.83

Tabla 22. Valores de promedio del color del filtrante de *Piper acutifolium* analizados estadísticamente (SPSS)

Tratamiento	Media		N	Desviación típica
T1=40°C+2.5	1.92	d	12	1.084
T2=40°C+3.0	2.67	cd	12	1.155
T3=40°C+3.5	2.92	c	12	0.900
T4=50°C+2.5	3.50	bc	12	1.000
T5=50°C+3.0	4.17	ab	12	0.577
T6=50°C+3.5	4.42	a	12	0.900
T7=60°C+2.5	3.42	bc	12	1.084
T8=60°C+3.0	3.08	c	12	0.996
T9=60°C+3.5	2.83	c	12	1.267
Total	3.21		108	1.216

Anova $p > 0.05$ Letras iguales indican diferencia no significativa, Prueba de Duncan

Resultado del análisis estadístico del color del filtrante de matico *Piper acutifolium*.

A. Análisis de varianza del DCA con arreglo factorial (3A x 3B)

Contraste de Levene sobre la igualdad de la varianzas error(a)

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Panelista	22.102	11	2.009	2.225	0.020
Tratamiento	56.519	8	7.065	7.822	0.000
Error	79.481	88	0.903		
Total corregida	158.102	107			

a. R cuadrado = .497 (R cuadrado corregida = .389)

B. Subconjuntos homogéneos para establecer la significancia utilizando la prueba de Duncan aplicadas al porcentaje de ceniza a los filtrantes de matico

Tratamiento	N	Subconjunto			
		2	3	4	1
T1=40°C+2.5	12	1.92			
T2=40°C+3.0	12	2.67	2.67		
T9=60°C+3.5	12		2.83		
T3=40°C+3.5	12		2.92		
T8=60°C+3.0	12		3.08		
T7=60°C+2.5	12		3.42	3.42	
T4=50°C+2.5	12		3.50	3.50	
T5=50°C+3.0	12			4.17	4.17
T6=50°C+3.5	12				4.42
Significación		0.056	0.062	0.070	0.521

1.7. Rendimiento

Tabla 23. Valores del rendimiento de los diferentes tratamientos del filtrante de Matico expresado en porcentaje.

REPETICIÓN	A1 = 40 °C			A2 = 50 °C			A3 = 60 °C		
	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5	B1 = 2.5	B2 = 3.0	B3 = 3.5
R1	90,33	94,21	97,24	97,8	98,1	96,8	95,86	96,28	97,18
R2	97,29	95,1	96,1	95,13	97,34	99,01	93,28	92,93	95,84
R3	98,45	94	92,84	97,54	97,01	95,26	95,14	94,57	96,23
ΣX_i	286,07	283,31	286,18	290,47	292,45	291,07	284,28	283,78	289,25
X_i	95,36	94,44	95,39	96,82	97,48	97,02	94,76	94,59	96,42

Tabla 24. Valores de promedio del rendimiento de los diferentes tratamientos del filtrante de *Piper acutifolium* analizados estadísticamente (SPSS).

Tratamiento	Media		N	Desviación típica
T1=40°C+2.5	95.3567	a	3	4.39169
T2=40°C+3.0	94.4367	a	3	0.58398
T3=40°C+3.5	95.3933	a	3	2.28354
T4=50°C+2.5	96.8233	a	3	1.47222
T5=50°C+3.0	97.4833	a	3	0.55896
T6=50°C+3.5	97.0233	a	3	1.88495
T7=60°C+2.5	94.7600	a	3	1.33132
T8=60°C+3.0	94.5933	a	3	1.67512
T9=60°C+3.5	96.4167	a	3	0.68923
Total	95.8096		27	1.99425

Anova $p > 0.05$ Letras iguales indican diferencia no significativa, Prueba de C de Duncan

Resultado del análisis estadístico del rendimiento del filtrante de matico *Piper acutifolium*.

A. Análisis de varianza del DCA con arreglo factorial (3A x 3B)

Contraste de Levene sobre la igualdad de la varianzas error(a)

F	gl1	gl2	Significación
3.786	8	18	0.009

Diseño: Interacción + Tratamiento

No se cumple la igualdad de varianza

B. Como no se cumple la igualdad de varianza por tanto es mejor realizar prueba Krsukal-Wallis para remplazar ANOVA

	Tratamiento	N	Rango promedio
Valores del rendimiento de los diferentes tratamientos del filtrante de Matico expresado en porcentaje.	T1=40°C+2.5	3	16.00
	T2=40°C+3.0	3	6.33
	T3=40°C+3.5	3	12.00
	T4=50°C+2.5	3	18.67
	T5=50°C+3.0	3	21.67
	T6=50°C+3.5	3	18.33
	T7=60°C+2.5	3	9.00
	T8=60°C+3.0	3	8.67
	T9=60°C+3.5	3	15.33

Estadísticos de contraste

Valores del rendimiento de los diferentes tratamientos del filtrante de Matico expresado en porcentaje.	Chi-cuadrado	Gl	Sig. asintót.
	10.540	8	0.229

- a. Prueba de Kruskal-Wallis
- b. b. Variable de agrupación: Tratamiento
- c. No existe diferencia significativa entre los tratamientos

1.8. Color del filtrante

La evaluación del color de los filtrantes de matico obtenidos se desarrolló mediante el programa de Photo Show. Estos fueron aplicados a los mejores tratamientos.

1.9. Evaluación microbiológica

Para la recolección de los datos se elaboró un formato para cada método empleado en donde se consignaron los resultados durante la investigación. La metodología empleada para realizar el análisis del filtrante da matico se llevó a cabo de la siguiente manera: se tomó la muestra del filtrante naturalmente susceptible a la contaminación por microorganismos de cada dilución realizada se sembró tres repeticiones

1. Dilución y homogenización de las muestras

- La muestra se agito manualmente antes de iniciar la prueba.
- Se verifico la integridad del envase que contenía la muestra, para abrirlo posteriormente de forma aséptica.
- Se pesó 1g de filtrante de matico y se colocó en un matraz Erlenmeyer con 9 mL de agua peptonada.
- Posteriormente se agito manualmente.
- Se realizaron diluciones con agua peptonada en base 10 (obteniendo así las diluciones 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} y 10^{-6}).

2. Recuento de mohos y levaduras

- Se preparó la muestra y las diluciones de los homogenizados.
- Se vertió en las placas Petri estériles 0.1 mL de alícuotas seguidamente se agregó el agar malta fundido a una temperatura de 45 °C, 10 mL en cada una de las placas Petri.
- Luego se dejó solidificar el medio de cultivo.
- Se invirtieron las placas y se encubaron a temperatura ambiente durante 5 días.
- Posteriormente se realizó el recuento de unidades formadoras de colonia por gramo, teniendo en cuenta el factor de dilución y el rango de recuento establecido para estos microorganismos.

3. Calculo del número de unidades formadoras de colonias

Se realizó el conteo de unidades formadoras de colonias U.F.C. Por cada g de muestra en placa Petri que contengan entre 30- 300 colonias U.F.C./g = N° de colonias x Factor de dilución x volumen del inculo.

ANEXO 2

FORMATO TEST DE ESCALA HEDÓNICA PARA EVALUAR EL SABOR, COLOR Y AROMA DEL FILTRANTE DE MATICO

NOMBRE:

FECHA:

PRODUCTO: Filtrante de Matico

Por favor evalúe a cada una de los tratamientos y califique usted el sabor, aroma y color de acuerdo a la siguiente escala que se le presenta:

Me gusta mucho = 5

Me gusta moderadamente = 4

No me gusta ni me disgusta = 3

Me disgusta moderadamente = 2

Me disgusta mucho = 1

Tratamientos	sabor	Aroma	Color
L0			
L11			
L12			
L13			
L14			
L15			
L16			
L17			
L18			

Observaciones

.....
.....

ANEXO 3

3.1. Resultados de las corridas experimentales de secado de hojas de matico realizados con aire a 40 °C y velocidades de 2.5 m/s, 3.0m/s, 3.5 m/s.

Tabla 25. Datos experimentales de secado de hojas de matico, en el secador de bandejas con flujo de aire caliente a 40 °C y velocidad de 2.5 m/s (peso seco: S=32 g)

t	P1	PB	P2=P1-PB	(P2-S)/S	$(Y_r - Y_{r+1}) / (t_r - t_{r+1})$	$(Y_r - Y_{r+1}) / 2$
Tiempo (min)	Peso bandeja + matico al tiempo t(g)	Peso bandeja y soporte (g)	Peso matico al tiempo t (g)	Humedad residual (g de agua/g matico seco)	dY/dt(g agua/ g ms.min)	Ym (g agua/g matico seco)
0	1693.5	1536.8	156.7	3.90		
10	1687.9	1536.8	151.1	3.72	0.016	3.81
20	1680.8	1536.8	144	3.50	0.016	3.61
30	1674	1536.8	137.2	3.29	0.016	3.38
40	1668.2	1536.8	131.4	3.11	0.016	3.20
50	1662.7	1536.8	125.9	2.93	0.016	3.02
60	1657.7	1536.8	120.9	2.78	0.016	2.86
70	1653.8	1536.8	117.0	2.66	0.016	2.72
80	1648.3	1536.8	111.5	2.48	0.015	2.57
90	1643.6	1536.8	106.8	2.34	0.015	2.41
100	1638.2	1536.8	101.4	2.17	0.014	2.25
110	1632.7	1536.8	95.9	2.00	0.014	2.08
120	1628.4	1536.8	91.6	1.86	0.013	1.93
130	1624.1	1536.8	87.3	1.73	0.013	1.80
140	1620.2	1536.8	83.4	1.61	0.012	1.67
150	1616.3	1536.8	79.5	1.48	0.012	1.55
160	1612.4	1536.8	75.6	1.36	0.011	1.42
170	1609.3	1536.8	72.5	1.27	0.010	1.31
180	1606.2	1536.8	69.4	1.17	0.010	1.22
190	1603.8	1536.8	67.0	1.09	0.009	1.13
200	1601.1	1536.8	64.3	1.01	0.008	1.05
210	1598.4	1536.8	61.6	0.93	0.008	0.97
220	1596.4	1536.8	59.6	0.86	0.007	0.89
230	1594.1	1536.8	57.3	0.79	0.007	0.83
240	1591.7	1536.8	54.9	0.72	0.007	0.75
250	1590.2	1536.8	53.4	0.67	0.007	0.69
260	1588.2	1536.8	51.4	0.61	0.006	0.64
270	1586.7	1536.8	49.9	0.56	0.005	0.58

280	1584.7	1536.8	47.9	0.50	0.004	0.53
290	1582.8	1536.8	46.0	0.44	0.004	0.47
300	1581.6	1536.8	44.8	0.40	0.004	0.42
310	1580.8	1536.8	44.0	0.38	0.002	0.39
320	1578.9	1536.8	42.1	0.32	0.002	0.35
330	1577.7	1536.8	40.9	0.28	0.002	0.30
340	1576.9	1536.8	40.1	0.25	0.001	0.27
350	1576.1	1536.8	39.3	0.23	0.001	0.24
360	1575.8	1536.8	39.0	0.22	0.001	0.22

Tabla 26. Datos experimentales de secado de hojas de matico, en el secador de bandejas con flujo de aire caliente a 40 °C y velocidad de 3.0 m/s (peso seco: S=32 g)

t	P1	PB	P2=P1-PB	(P2-S)/S	$(Y_t - Y_{t+1}) / (t_t - t_{t+1})$	$(Y_t - Y_{t+1}) / 2$
Tiempo (min)	Peso bandeja + matico al tiempo t(g)	Peso bandeja y soporte (g)	Peso matico al tiempo t (g)	Humedad residual (g de agua/g matico seco)	dY/dt(g agua/g ms.min)	Ym (g agua/g matico seco)
0	1699	1536.9	162.1	4.07		
10	1686.5	1536.9	149.6	3.68	0.021	3.87
20	1677.2	1536.9	140.3	3.38	0.021	3.53
30	1669.4	1536.9	132.5	3.14	0.021	3.26
40	1662.8	1536.9	125.9	2.93	0.021	3.04
50	1655.3	1536.9	118.4	2.70	0.021	2.82
60	1648.5	1536.9	111.6	2.49	0.020	2.59
70	1640.2	1536.9	103.3	2.23	0.019	2.36
80	1635.5	1536.9	98.6	2.08	0.018	2.15
90	1630.9	1536.9	94.0	1.94	0.017	2.01
100	1625.7	1536.9	88.8	1.78	0.016	1.86
110	1621.9	1536.9	85.0	1.66	0.015	1.72
120	1618	1536.9	81.1	1.53	0.014	1.60
130	1614.3	1536.9	77.4	1.42	0.014	1.48
140	1610	1536.9	73.1	1.28	0.013	1.35
150	1605.5	1536.9	68.6	1.14	0.012	1.21
160	1602.2	1536.9	65.3	1.04	0.011	1.09
170	1600	1536.9	63.1	0.97	0.010	1.01
180	1597.9	1536.9	61.0	0.91	0.009	0.94
190	1594.3	1536.9	57.4	0.79	0.008	0.85
200	1591.5	1536.9	54.6	0.71	0.008	0.75
210	1589.5	1536.9	52.6	0.64	0.007	0.67
220	1587.9	1536.9	51.0	0.59	0.007	0.62

230	1585.4	1536.9	48.5	0.52	0.006	0.55
240	1583.7	1536.9	46.8	0.46	0.005	0.49
250	1582.2	1536.9	45.3	0.42	0.005	0.44
260	1581.1	1536.9	44.2	0.38	0.005	0.40
270	1579.8	1536.9	42.9	0.34	0.004	0.36
280	1578.4	1536.9	41.5	0.30	0.004	0.32
290	1577	1536.9	40.1	0.25	0.003	0.27
300	1576.8	1536.9	39.9	0.25	0.003	0.25
310	1575.9	1536.9	39.0	0.22	0.002	0.23
320	1575.5	1536.9	38.6	0.21	0.001	0.21

Tabla 27. Datos experimentales de secado de hojas de matico, en el secador de bandejas con flujo de aire caliente a 40 °C y velocidad de 3.5 m/s (peso seco S=19 g)

t	P1	PB	P2=P1-PB	(P2-S)/S	$(Y_i - Y_{i+1}) / (t_i - t_{i+1})$	$(Y_i - Y_{i+1}) / 2$
Tiempo (min)	Peso bandeja + matico al tiempo t(g)	Peso bandeja y soporte (g)	Peso matico al tiempo t (g)	Humedad residual (g de agua/g matico seco)	dY/dt(g agua/g ms.min)	Ym (g agua/g matico seco)
0	1644.8	1536.8	108.0	4.68		
10	1635.7	1536.8	98.9	4.21	0.030	4.44
20	1627.5	1536.8	90.7	3.77	0.030	3.99
30	1619.2	1536.8	82.4	3.34	0.030	3.56
40	1612	1536.8	75.2	2.96	0.030	3.15
50	1605.6	1536.8	68.8	2.62	0.030	2.79
60	1598.8	1536.8	62.0	2.26	0.025	2.44
70	1593.3	1536.8	56.5	1.97	0.022	2.12
80	1588.9	1536.8	52.1	1.74	0.020	1.86
90	1585.5	1536.8	48.7	1.56	0.018	1.65
100	1584.1	1536.8	47.3	1.49	0.016	1.53
110	1581.4	1536.8	44.6	1.35	0.014	1.42
120	1578.9	1536.8	42.1	1.22	0.013	1.28
130	1576.6	1536.8	39.8	1.09	0.012	1.16
140	1574.6	1536.8	37.8	0.99	0.011	1.04
150	1572.6	1536.8	35.8	0.88	0.011	0.94
160	1570.8	1536.8	34.0	0.79	0.009	0.84
170	1569.2	1536.8	32.4	0.71	0.008	0.75
180	1567.8	1536.8	31.0	0.63	0.007	0.67
190	1566.5	1536.8	29.7	0.56	0.007	0.60
200	1565.8	1536.8	29.0	0.53	0.007	0.54
210	1564.6	1536.8	27.8	0.46	0.006	0.49

220	1563.9	1536.8	27.1	0.43	0.004	0.44
230	1563.2	1536.8	26.4	0.39	0.004	0.41
240	1562.7	1536.8	25.9	0.36	0.003	0.38
250	1562.6	1536.8	25.8	0.36	0.002	0.36
260	1562.3	1536.8	25.5	0.34	0.001	0.35

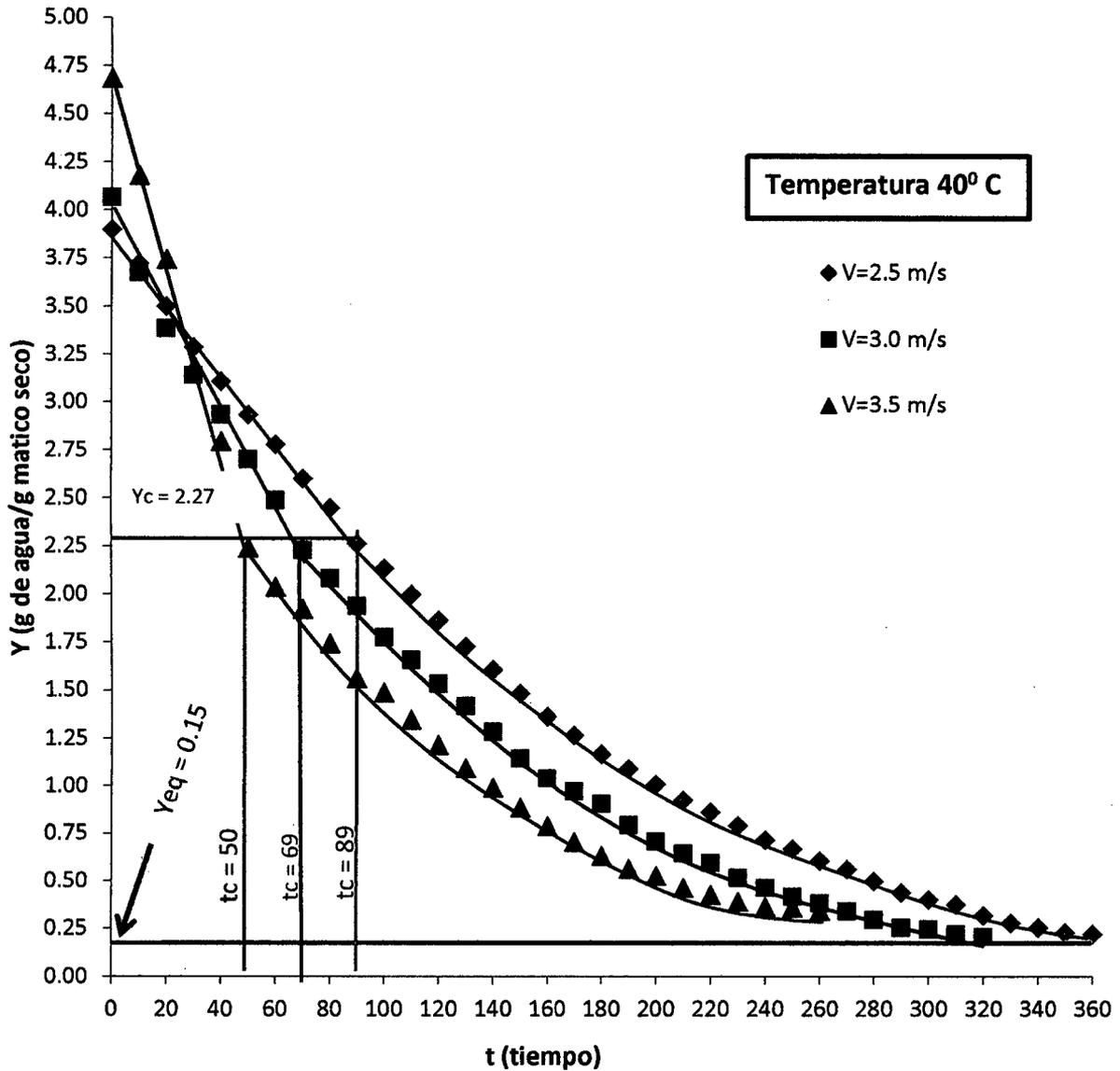


Figura 12. Humedad residual en función del tiempo ($T_1 = 40\text{ °C}$, $V_1 = 2,5\text{ m/s}$,
 $V_2 = 3,0\text{ m/s}$, $V_3 = 3,5\text{ m/s}$)

La Figura 12, corresponde a la gráfica de humedad residual vs el tiempo, para cada una de las velocidades. Se observa que al aumentar la velocidad del aire del secado, manteniendo la temperatura constante, el tiempo critico disminuye a una velocidad de 3,5 m/s el tiempo critico es 50 min, igualmente a una velocidad de 3,0 m/s el tiempo critico es de 69 min y a una velocidad de 2,5 m/s el tiempo critico es 89 min. La humedad critica es 2,27 g de agua/g matico seco y la humedad de equilibrio es de 0,15 g de agua/g de matico seco.

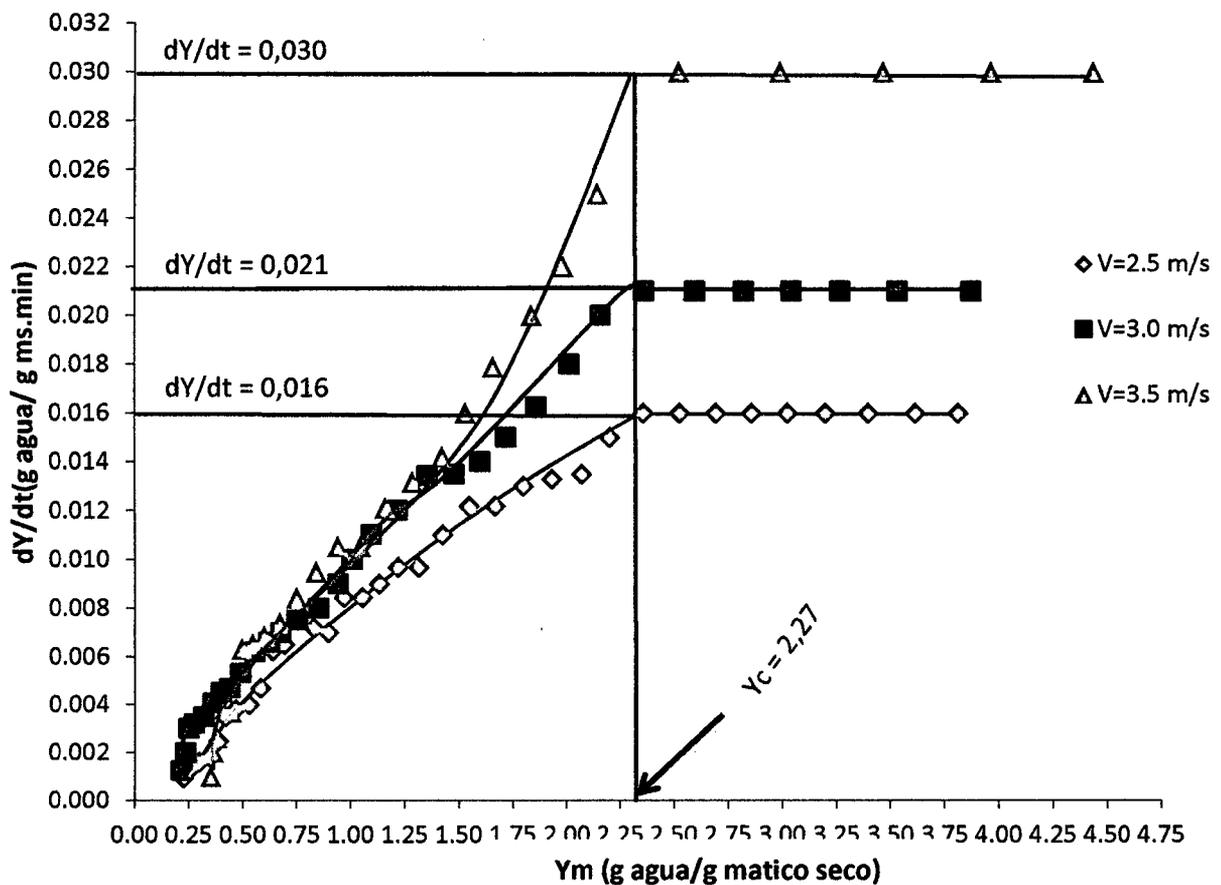


Figura 13. Variación de la humedad con el tiempo en función de la humedad residual promedio ($T_1 = 40$ °C, $V_1 = 2,5$ m/s, $V_2 = 3,0$ m/s, $V_3 = 3,5$ m/s).

La Figura 13. Corresponde a la gráfica de velocidad de secado vs humedad residual promedio, para cada una de las velocidades realizadas a una determinada temperatura

(40 °C). Se observa que al aumentar la velocidad del aire de secado se logra un incremento de la velocidad de secado. Obteniendo la velocidad máxima de secado, 0,030 g agua/g ms.min correspondiendo a la velocidad de aire de 3,5 m/s; 0,021 g agua/g ms.min para la velocidad de aire de 3,0 m/s y 0,016 g agua/g ms.min para la velocidad de aire de 2,5 m/s.

3.2. Resultados de las corridas experimentales de secado de hojas de matico realizados con aire a 40 °C y velocidades de 2.5 m/s, 3.0m/s, 3.5 m/s.

Tabla 28. Datos experimentales de secado de hojas de matico, en el secador de bandejas con flujo de aire caliente a 50 °C y velocidad de 2,5 m/s (peso seco: S=32 g)

t	P1	PB	P2=P1-PB	(P2-S)/S	$(Y_i - Y_{i+1}) / (t_i - t_{i+1})$	$(Y_i - Y_{i+1}) / 2$
Tiempo (min)	Peso bandeja + matico al tiempo t(g)	Peso bandeja y soporte (g)	Peso matico al tiempo t (g)	Humedad residual (g de agua/g matico seco)	dY/dt(g agua/g ms.min)	Ym (g agua/g matico seco)
0	1694.1	1537	157.1	3.91		
10	1681.5	1537	144.5	3.52	0.020	3.71
20	1673.2	1537	136.2	3.26	0.020	3.39
30	1663.8	1537	126.8	2.96	0.020	3.11
40	1654.8	1537	117.8	2.68	0.020	2.82
50	1647.3	1537	110.3	2.45	0.020	2.56
60	1641.3	1537	104.3	2.26	0.019	2.35
70	1634.9	1537	97.9	2.06	0.019	2.16
80	1629.3	1537	92.3	1.88	0.018	1.97
90	1622.5	1537	85.5	1.67	0.017	1.78
100	1617.3	1537	80.3	1.51	0.016	1.59
110	1612	1537	75.0	1.34	0.015	1.43
120	1607.5	1537	70.5	1.20	0.014	1.27
130	1603.4	1537	66.4	1.08	0.013	1.14
140	1598.9	1537	61.9	0.93	0.012	1.00
150	1595.5	1537	58.5	0.83	0.011	0.88
160	1592.1	1537	55.1	0.72	0.011	0.77

170	1589.1	1537	52.1	0.63	0.009	0.67
180	1586.1	1537	49.1	0.53	0.009	0.58
190	1583.9	1537	46.9	0.47	0.007	0.50
200	1582	1537	45.0	0.41	0.006	0.44
210	1580.1	1537	43.1	0.35	0.006	0.38
220	1578.6	1537	41.6	0.30	0.005	0.32
230	1577.1	1537	40.1	0.25	0.005	0.28
240	1575.6	1537	38.6	0.21	0.005	0.23
250	1574.5	1537	37.5	0.17	0.003	0.19

Tabla 29. Datos experimentales de secado de hojas de matico, en el secador de bandejas con flujo de aire caliente a 50 °C y velocidad de 3.0 m/s (peso seco S=31g)

t	P1	PB	P2=P1-PB	(P2-S)/S	$(Y_t - Y_{t+1}) / (t_t - t_{t+1})$	$(Y_t - Y_{t+1}) / 2$
Tiempo (min)	Peso bandeja + matico al tiempo t(g)	Peso bandeja y soporte (g)	Peso matico al tiempo t (g)	Humedad residual (g de agua/g matico seco)	dY/dt(g agua/g ms.min)	Ym(g agua/g matico seco)
0	1692.4	1536.8	155.6	4.02		
10	1680.1	1536.8	143.3	3.62	0.030	3.82
20	1669.1	1536.8	132.3	3.27	0.030	3.45
30	1658	1536.8	121.2	2.91	0.030	3.09
40	1646.3	1536.8	109.5	2.53	0.030	2.72
50	1635.1	1536.8	98.3	2.17	0.027	2.35
60	1627.4	1536.8	90.6	1.92	0.025	2.05
70	1618.2	1536.8	81.4	1.63	0.023	1.77
80	1610.7	1536.8	73.9	1.38	0.021	1.50
90	1601.7	1536.8	64.9	1.09	0.019	1.24
100	1596.2	1536.8	59.4	0.92	0.016	1.00
110	1591.3	1536.8	54.5	0.76	0.014	0.84
120	1586.9	1536.8	50.1	0.62	0.012	0.69
130	1584.9	1536.8	48.1	0.55	0.009	0.58
140	1582.9	1536.8	46.1	0.49	0.008	0.52
150	1581.5	1536.8	44.7	0.44	0.007	0.46

160	1579.7	1536.8	42.9	0.38	0.006	0.41
170	1577.8	1536.8	41.0	0.32	0.006	0.35
180	1576.3	1536.8	39.5	0.27	0.005	0.30
190	1575.5	1536.8	38.7	0.25	0.005	0.26
200	1574.4	1536.8	37.6	0.21	0.004	0.23

Tabla 30. Datos experimentales de secado de hojas de matico, en el secador de bandejas con flujo de aire caliente a 50 °C y velocidad de 3.5 m/s (peso seco S=17 g)

t	P1	PB	P2=P1-PB	(P2-S)/S	$(Y_i - Y_{i+1}) / (t_i - t_{i+1})$	$(Y_i - Y_{i+1}) / 2$
Tiempo (min)	Peso bandeja + matico al tiempo t(g)	Peso bandeja y soporte (g)	Peso matico al tiempo t (g)	Humedad residual (g de agua/g matico seco)	dY/dt(g agua/g ms.min)	Ym(g agua/g matico seco)
0	1630.5	1537	93.5	4.50		
10	1621.4	1537	84.4	3.96	0.039	4.23
20	1611.3	1537	74.3	3.37	0.039	3.67
30	1603.1	1537	66.1	2.89	0.039	3.13
40	1594.7	1537	57.7	2.39	0.039	2.64
50	1589	1537	52.0	2.06	0.034	2.23
60	1583.5	1537	46.5	1.74	0.032	1.90
70	1578.5	1537	41.5	1.44	0.029	1.59
80	1574.4	1537	37.4	1.20	0.024	1.32
90	1571.2	1537	34.2	1.01	0.019	1.11
100	1568.9	1537	31.9	0.88	0.017	0.94
110	1565.7	1537	28.7	0.69	0.014	0.78
120	1563.9	1537	26.9	0.58	0.011	0.64
130	1562.3	1537	25.3	0.49	0.009	0.54
140	1561.2	1537	24.2	0.42	0.006	0.46
150	1560.5	1537	23.5	0.38	0.004	0.40
160	1559.8	1537	22.8	0.34	0.004	0.36

3.3.Resultados de las corridas experimentales de secado de hojas de matico realizados con aire a 60 °C y velocidades de 2.5 m/s,3.0m/s, 3.5 m/s.

Tabla 31. Datos experimentales de secado de hojas de matico, con flujo de aire caliente a 60 °C y velocidad de 2.5 m/s (peso seco S=32 g)

t	P1	PB	P2=P1-PB	(P2-S)/S	$(Y_t - Y_{t+1}) / (t_t - t_{t+1})$	$(Y_t - Y_{t+1}) / 2$
Tiempo (min)	Peso bandeja + matico al tiempo t(g)	Peso bandeja y soporte (g)	Peso matico al tiempo t (g)	Humedad residual (g de agua/g matico seco)	dY/dt(g agua/g ms.min)	Ym (g agua/g matico seco)
0	1698.4	1537.6	160.8	4.03		
10	1686.5	1537.6	148.9	3.65	0.027	3.84
20	1677.9	1537.6	140.3	3.38	0.027	3.52
30	1667.8	1537.6	130.2	3.07	0.027	3.23
40	1657.3	1537.6	119.7	2.74	0.027	2.90
50	1646.1	1537.6	108.5	2.39	0.027	2.57
60	1634.5	1537.6	96.9	2.03	0.027	2.21
70	1623.6	1537.6	86.0	1.69	0.025	1.86
80	1616.5	1537.6	78.9	1.47	0.022	1.58
90	1607.9	1537.6	70.3	1.20	0.020	1.33
100	1599.7	1537.6	62.1	0.94	0.017	1.07
110	1593.7	1537.6	56.1	0.75	0.014	0.85
120	1588.8	1537.6	51.2	0.60	0.011	0.68
130	1584.7	1537.6	47.1	0.47	0.009	0.54
140	1581.4	1537.6	43.8	0.37	0.007	0.42
150	1579.1	1537.6	41.5	0.30	0.005	0.33
160	1578	1537.6	40.4	0.26	0.003	0.28
170	1576.9	1537.6	39.3	0.23	0.003	0.25
180	1576.1	1537.6	38.5	0.20	0.003	0.22
190	1575.4	1537.6	37.8	0.18	0.002	0.19
200	1575	1537.6	37.4	0.17	0.001	0.18

Tabla 32. Datos experimentales de secado de hojas de matico, en el secador de bandejas con flujo de aire caliente a 60 °C y velocidad de 3.0 m/s (peso seco S=34 g)

t	P1	PB	P2=P1-PB	(P2-S)/S	$(Y_1-Y_{i+1})/(t_1-t_{i+1})$	$(Y_1-Y_{i+1})/2$
Tiempo (min)	Peso bandeja + matico al tiempo t(g)	Peso bandeja y soporte (g)	Peso matico al tiempo t (g)	Humedad residual (g de agua/g matico seco)	dY/dt(g agua/g ms.min)	Ym (g agua/g matico seco)
0	1704.5	1537.4	167.1	3.91		
10	1688	1537.4	150.6	3.43	0.033	3.67
20	1671.8	1537.4	134.4	2.95	0.033	3.19
30	1657.8	1537.4	120.4	2.54	0.033	2.75
40	1645.7	1537.4	108.3	2.19	0.033	2.36
50	1633.7	1537.4	96.3	1.83	0.031	2.01
60	1622.3	1537.4	84.9	1.50	0.028	1.66
70	1612	1537.4	74.6	1.19	0.023	1.35
80	1601.7	1537.4	64.3	0.89	0.020	1.04
90	1591.5	1537.4	54.1	0.59	0.016	0.74
100	1585.2	1537.4	47.8	0.41	0.012	0.50
110	1580.3	1537.4	42.9	0.26	0.008	0.33
120	1578	1537.4	40.6	0.19	0.005	0.23
130	1576.5	1537.4	39.1	0.15	0.004	0.17
140	1575.7	1537.4	38.3	0.13	0.002	0.14
150	1575	1537.4	37.6	0.11	0.002	0.12
160	1574.6	1537.4	37.2	0.09	0.001	0.10

Tabla 33. Datos experimentales de secado de hojas de matico, en el secador de bandejas con flujo de aire caliente a 60 °C y velocidad de 3.5 m/s (peso seco S=29 g)

t	P1	PB	P2=P1-PB	(P2-S)/S	$(Y_1-Y_{i+1})/(t_1-t_{i+1})$	$(Y_1-Y_{i+1})/2$
Tiempo (min)	Peso bandeja + matico al tiempo t(g)	Peso bandeja y soporte (g)	Peso matico al tiempo t (g)	Humedad residual (g de agua/g matico seco)	dY/dt(g agua/g ms.min)	Ym (g agua/g matico seco)
0	1682.4	1536.8	145.6	4.02		
10	1662	1536.8	125.2	3.32	0.054	3.67
20	1634.1	1536.8	97.3	2.36	0.054	2.84
30	1617.2	1536.8	80.4	1.77	0.053	2.06
40	1605.5	1536.8	68.7	1.37	0.042	1.57
50	1595.8	1536.8	59.0	1.03	0.033	1.20
60	1589.2	1536.8	52.4	0.81	0.023	0.92

70	1581.7	1536.8	44.9	0.55	0.014	0.68
80	1575.8	1536.8	39.0	0.34	0.009	0.45
90	1573	1536.8	36.2	0.25	0.006	0.30
100	1571.6	1536.8	34.8	0.20	0.005	0.22
110	1571.3	1536.8	34.5	0.19	0.001	0.19

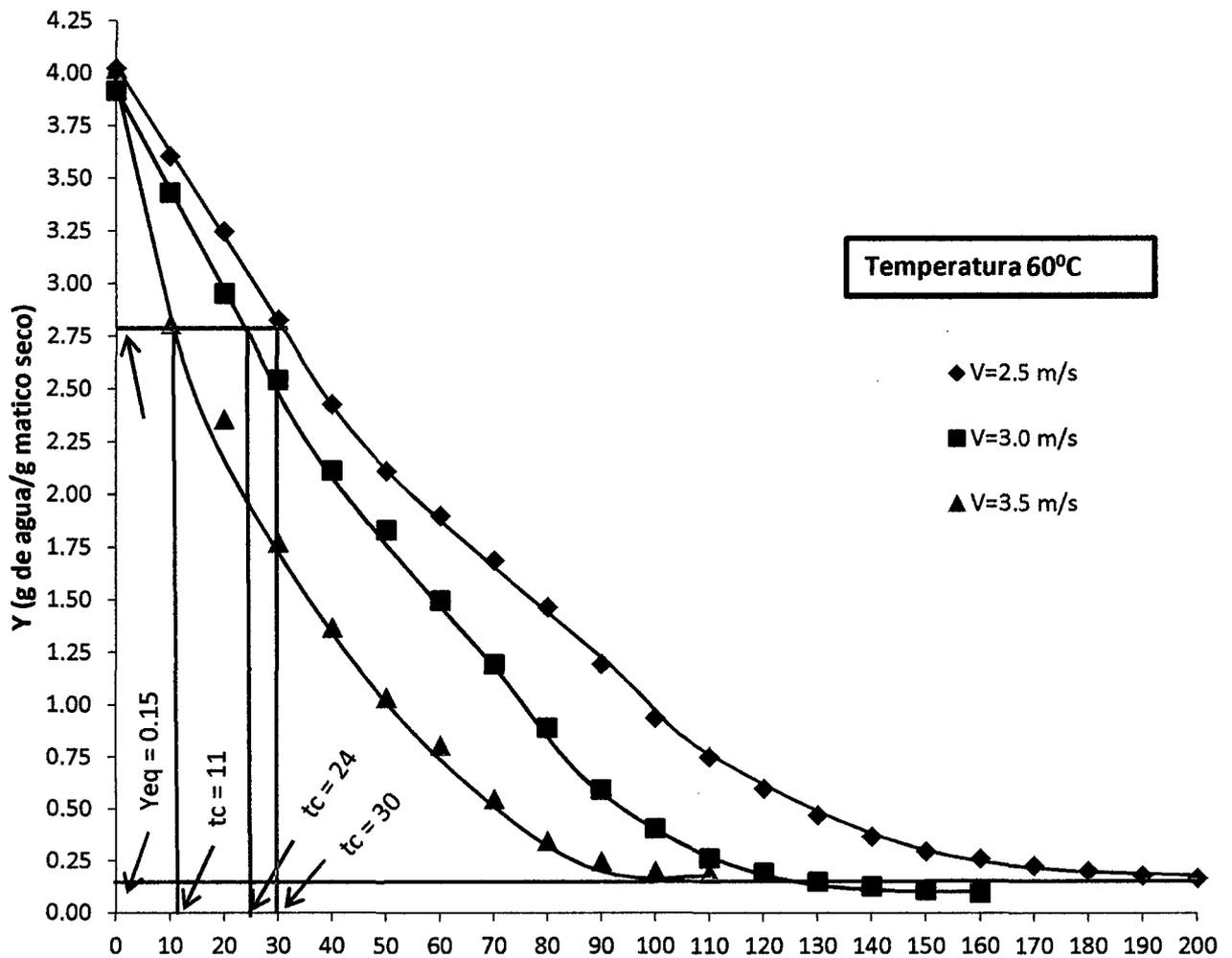


Figura 14. Humedad residual en función del tiempo ($T_1 = 50\text{ }^\circ\text{C}$, $V_1 = 2,5\text{ m/s}$, $V_2 = 3,0\text{ m/s}$, $V_3 = 3,5\text{ m/s}$).

La Figura 14 corresponde a la gráfica de humedad residual vs el tiempo, para cada una de las velocidades. Se observa que al aumentar la velocidad del aire del secado, manteniendo la temperatura constante, el tiempo critico disminuye a una velocidad de 3,5 m/s el tiempo critico es 11 min, a una velocidad de 3,0 m/s el tiempo critico es de 24 min y a una velocidad de 2,5 m/s el tiempo critico es mayor 30 min. La humedad critica es 2,80 g de agua/g matico seco y la humedad de equilibrio es de 0,15 g de agua/g de matico seco.

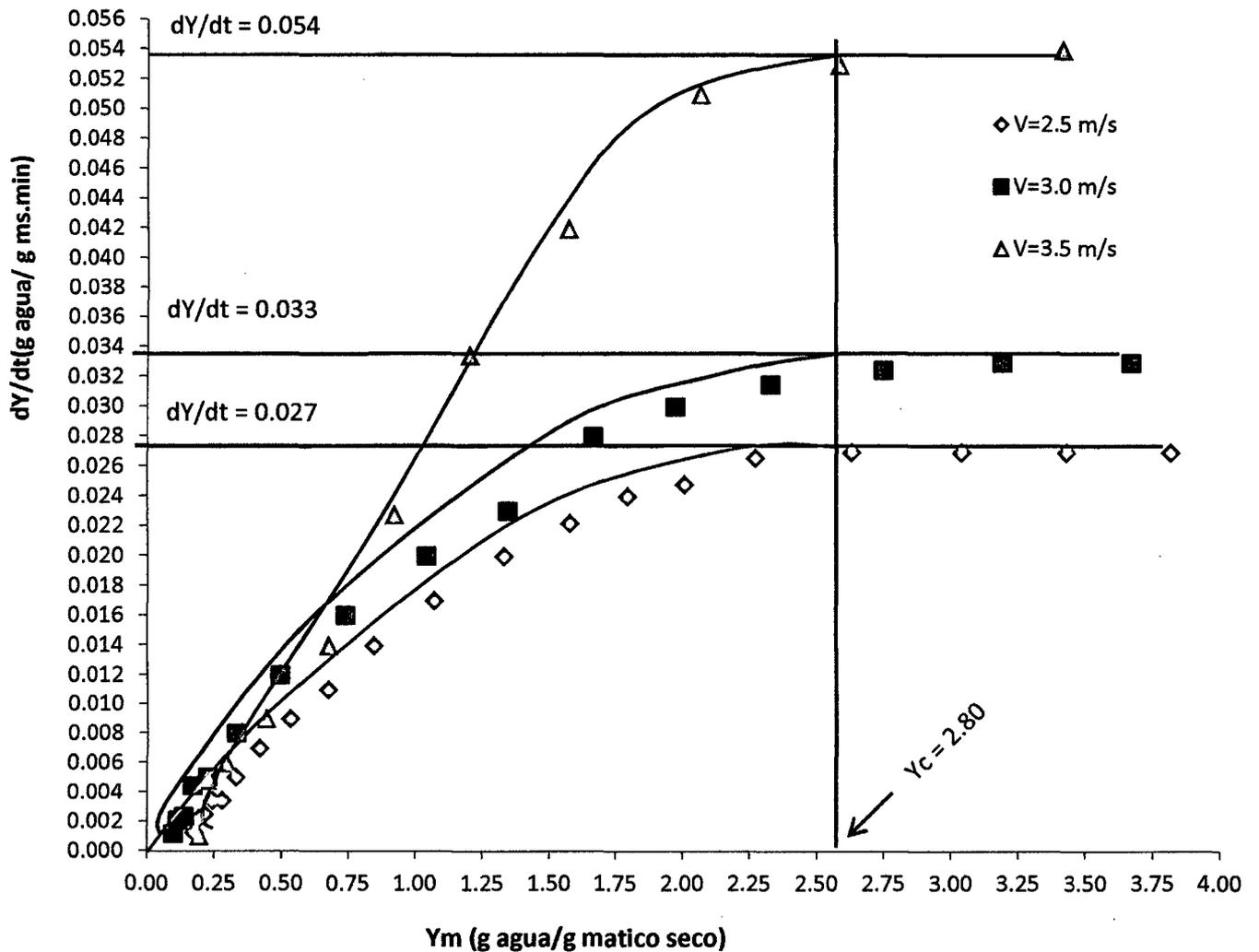


Figura 15. Variación de la humedad con el tiempo en función de la humedad residual promedio ($T_1 = 40$ °C, $V_1 = 2,5$ m/s, $V_2 = 3,0$ m/s, $V_3 = 3,5$ m/s)

La Figura 15. Corresponde a la gráfica de velocidad de secado vs humedad residual promedio, para cada una de las velocidades realizadas a una determinada temperatura (60 °C). Se observa que al aumentar la velocidad del aire de secado se logra un incremento de la velocidad de secado. Obteniendo la velocidad máxima de secado, 0,054 g agua/g ms.min correspondiendo a la velocidad de aire de 3,5 m/s; 0,033 g agua/g ms.min para la velocidad de aire de 3,0 m/s y 0,027 g agua/g ms.min para la velocidad de aire de 2,5 m/s.

ANEXO 4
BALANCE DE MATERIA

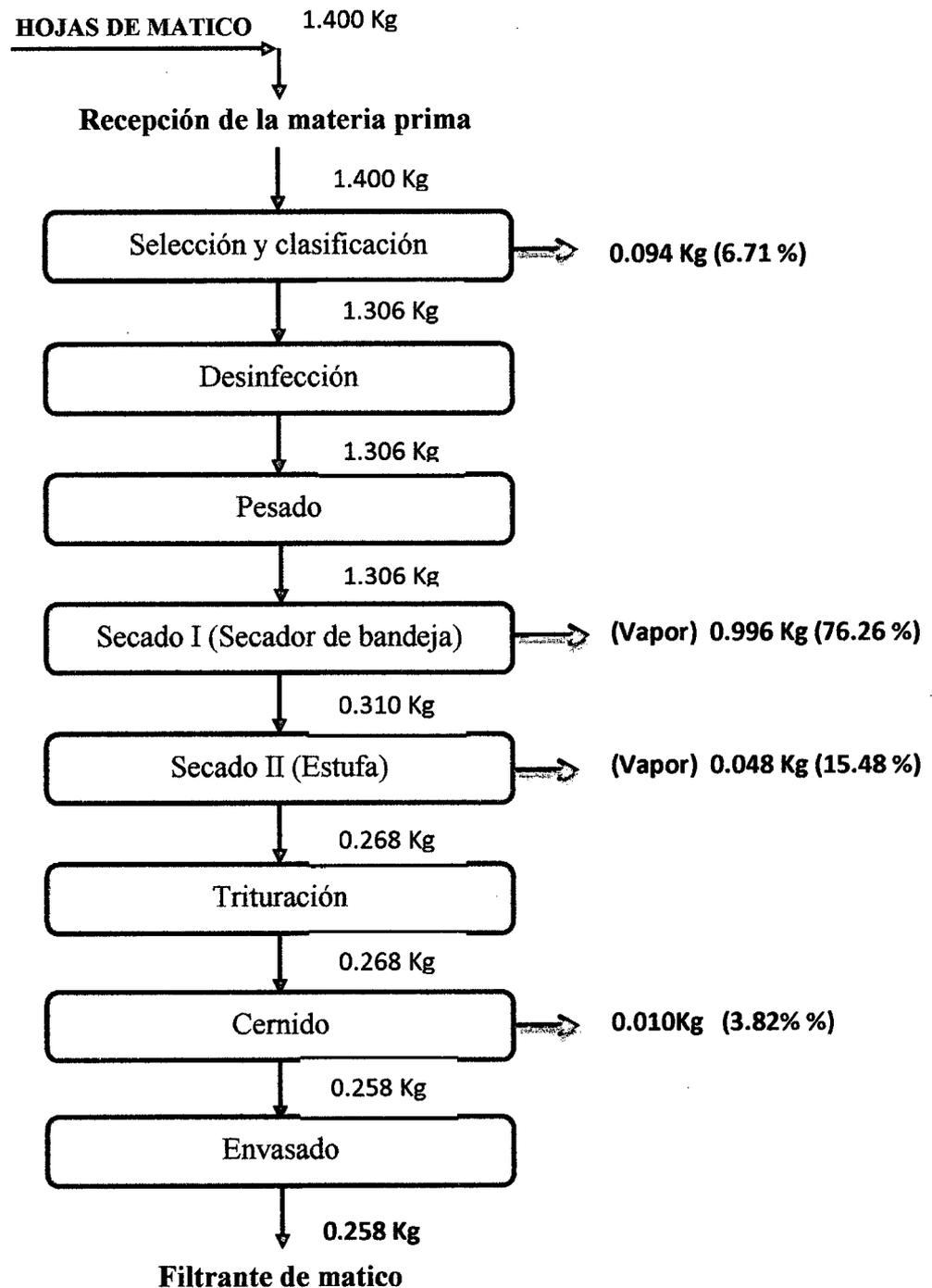


Figura 16. Balance de materia del proceso para la obtención de un filtrante a partir de hojas de matico (*Piper acutifolium*).

Fuente. Elaboración propia.

ANEXO 5

BENEFICIO / COSTO

Tabla 34. Gastos directo para la obtención de filtrantes de matico a partir del *Piper acutifolium*.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio S/.	Subtotal S/.
Matico	1.400	kg	3.00	4.20
Papel Termosellable	20	m	0.20	4.00
Papel ocol	1	m	6.00	6.00
TOTAL				14.20

Fuente. Elaboración propia

- **CANTIDAD DE PRODUCTO TERMINADO:** Culminado el proceso productivo se logro obtener 258 bolsitas de filtrante de matico, de buena calidad.
- **PUNTO EQUILIBRIO (PE):**

$$PE = \frac{\text{costo de produccion (s/.)}}{\text{cantida de producto terminado (bolsitas)}}$$

$$PE = \frac{14.20(s/.)}{258 \text{ bolsitas}}$$

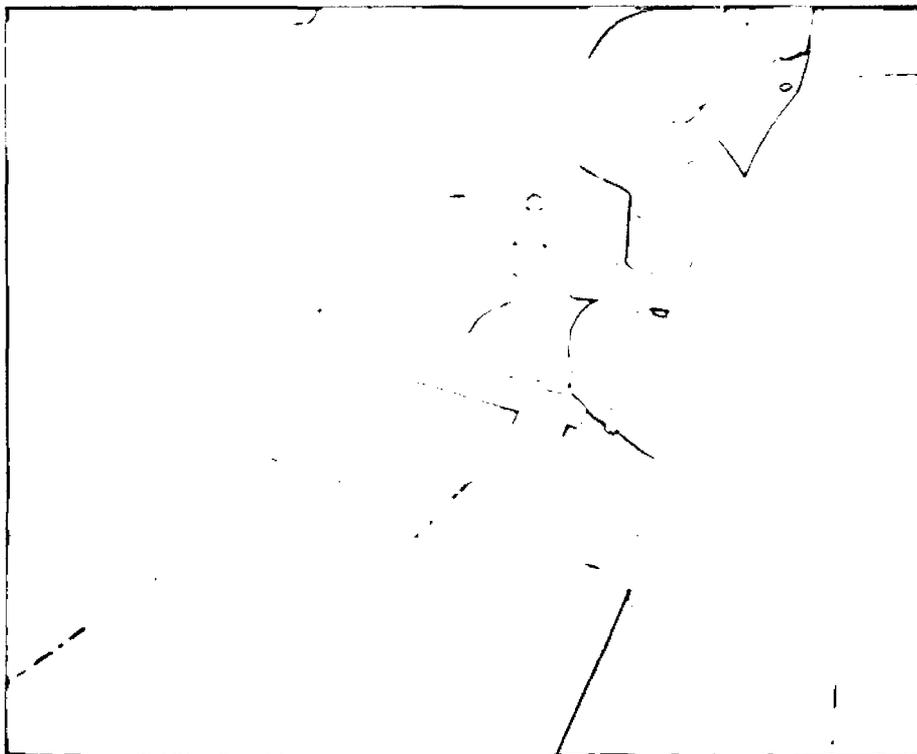
$$PE = 0.05 \frac{s/}{\text{bolsita.}}$$

❖ OBSERVACIONES:

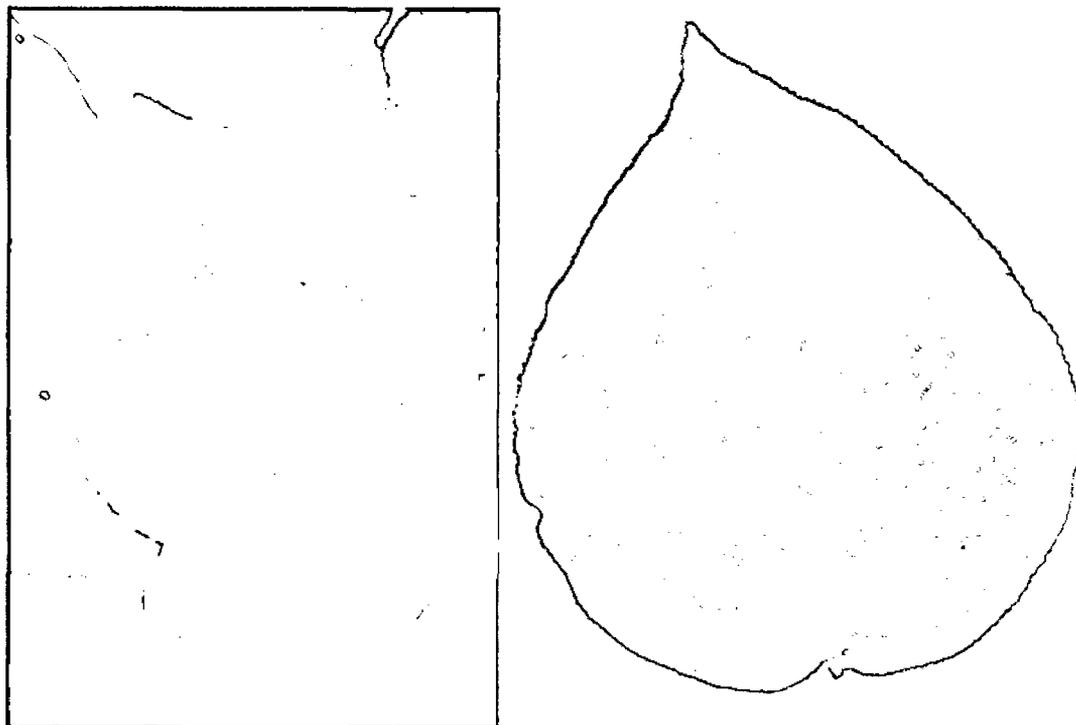
El costo de producción de una bolsita de filtrante de matico nos sale costando un valor de 5 céntimos y el precio de venta por bolsita es de 10 céntimos.

ANEXO 6

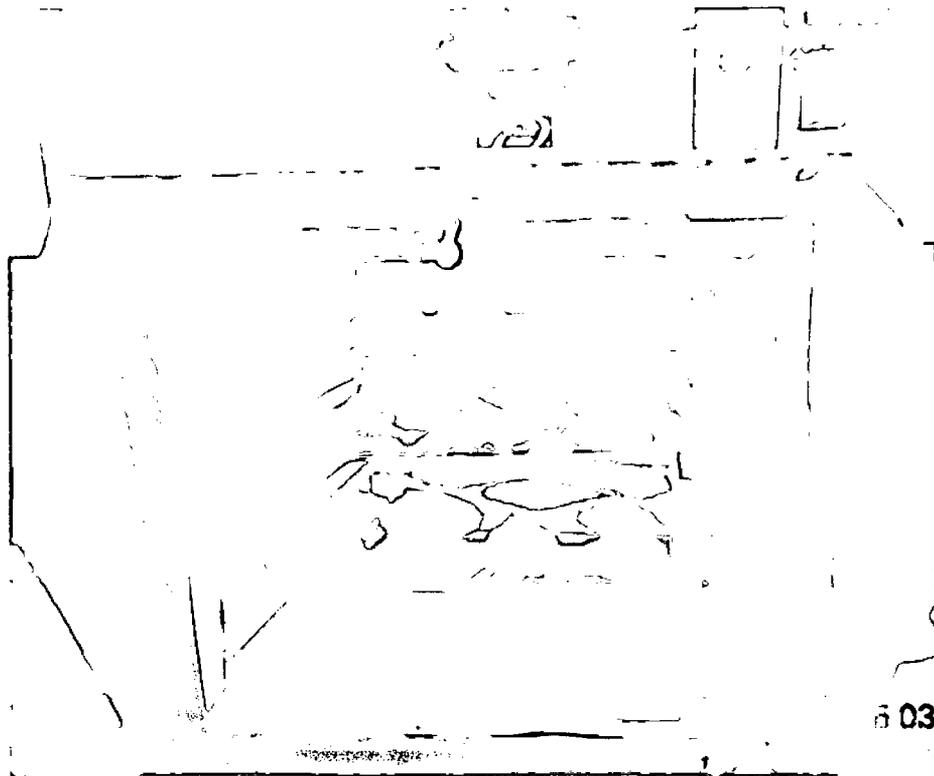
FOTOS DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN



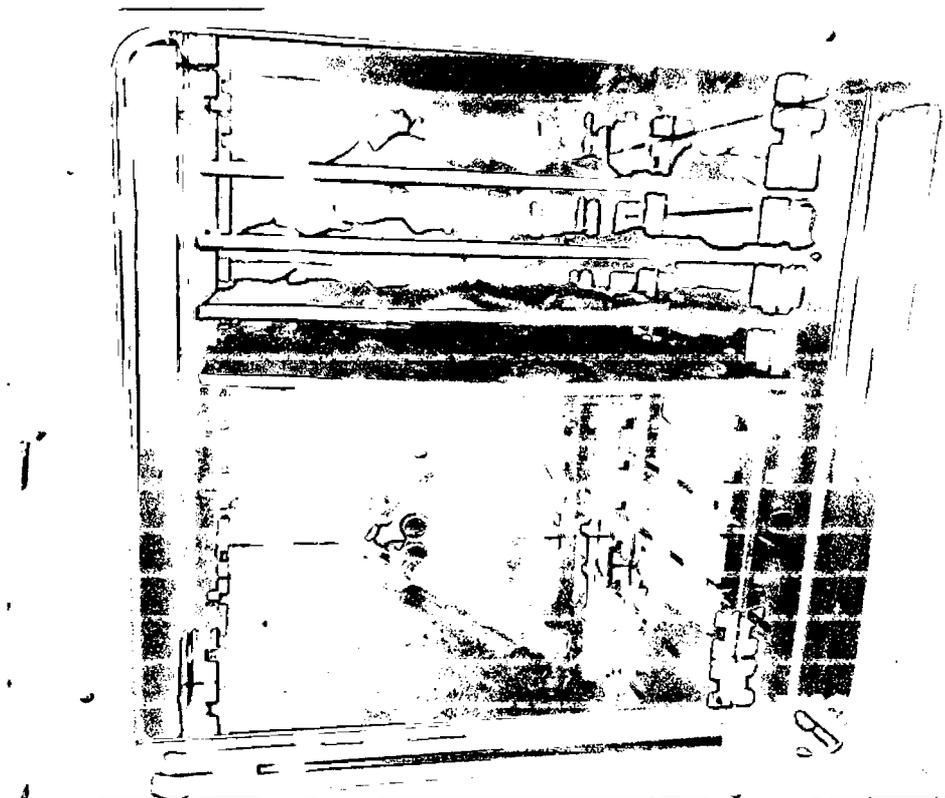
Fotografía 1. Construcción de las bolsitas para los filtrantes.



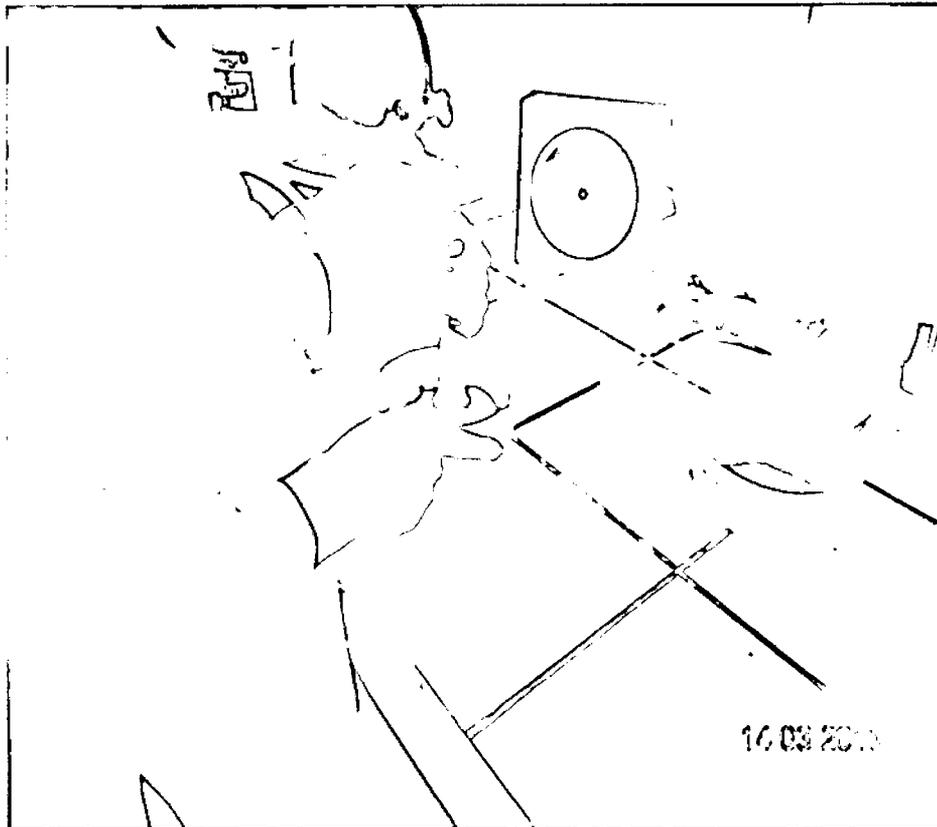
Fotografía 2. Hojas de matico provenientes de Lamud.



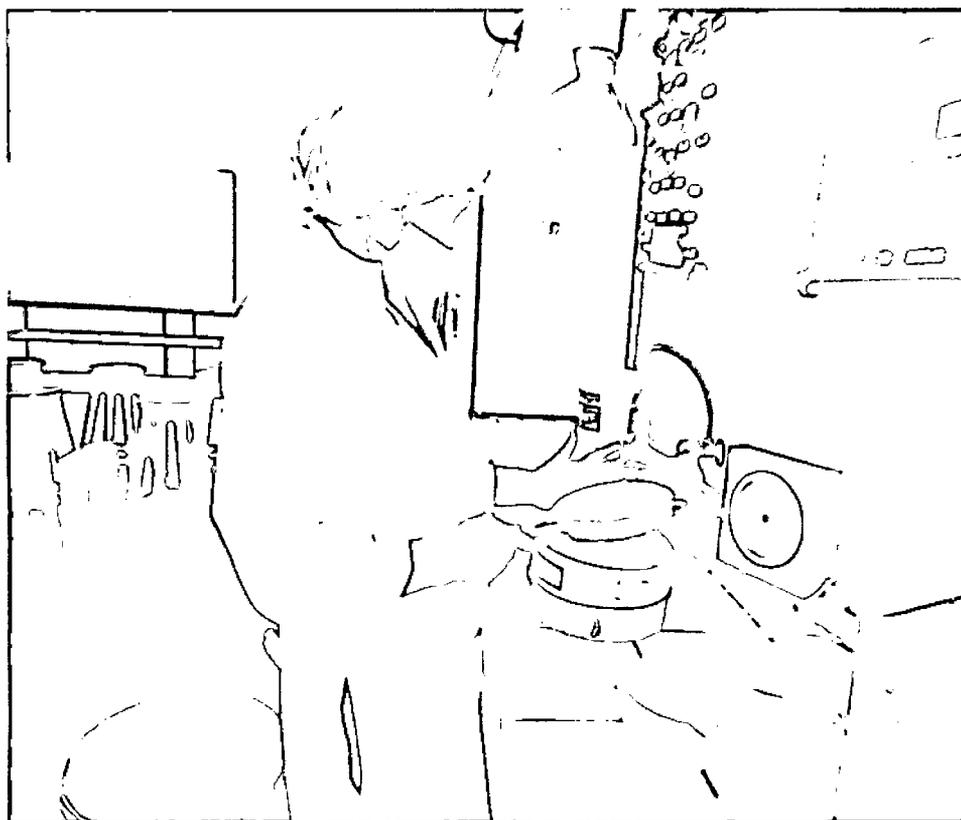
Fotografía 3. Primer secado de las hojas de matico en el secador de bandeja.



Fotografía 4. Secado final de las hojas de matico en la estufa.



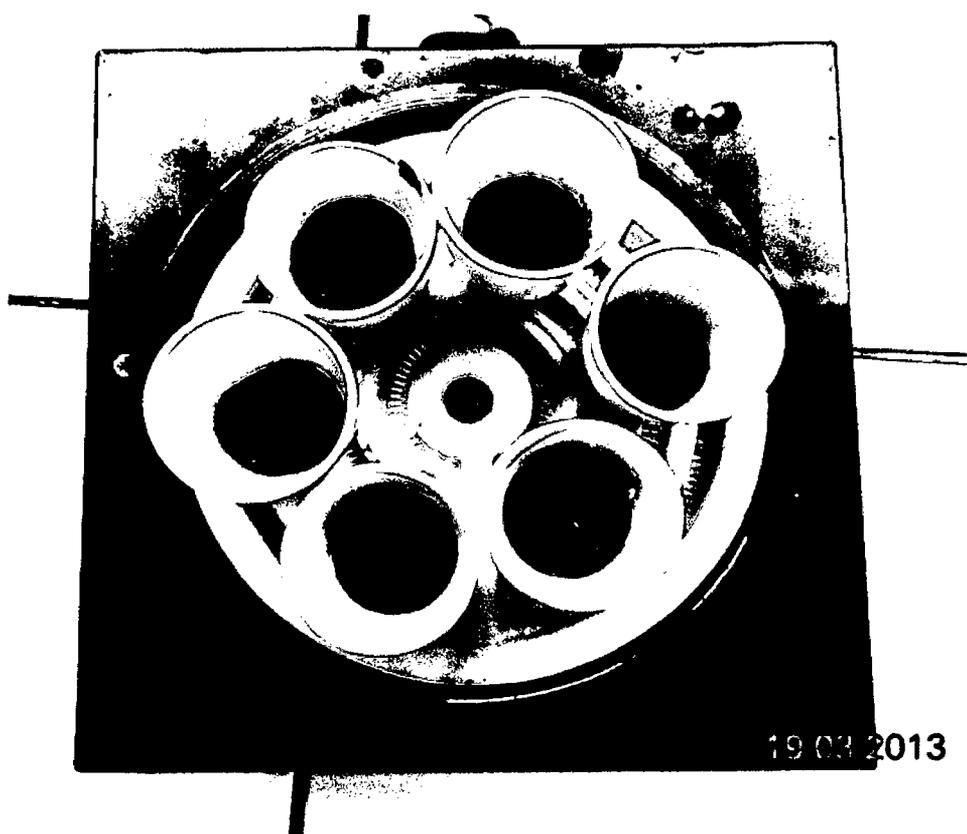
Fotografía 5. Triturado de las hojas secas.



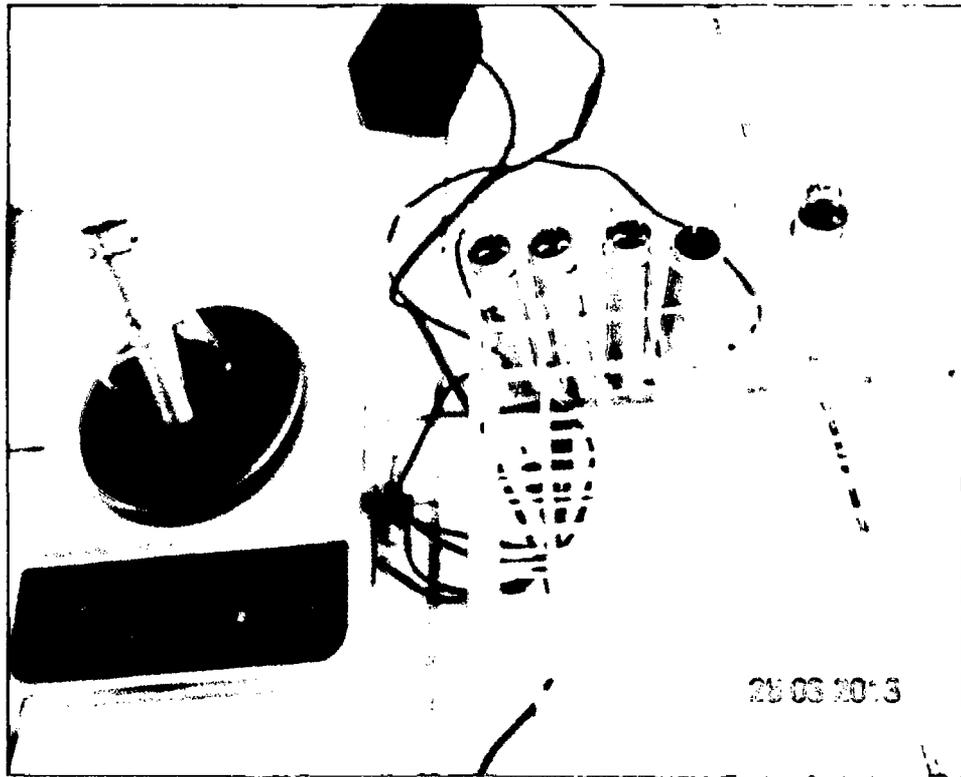
Fotografía 6. Cernido del filtrante de matico.



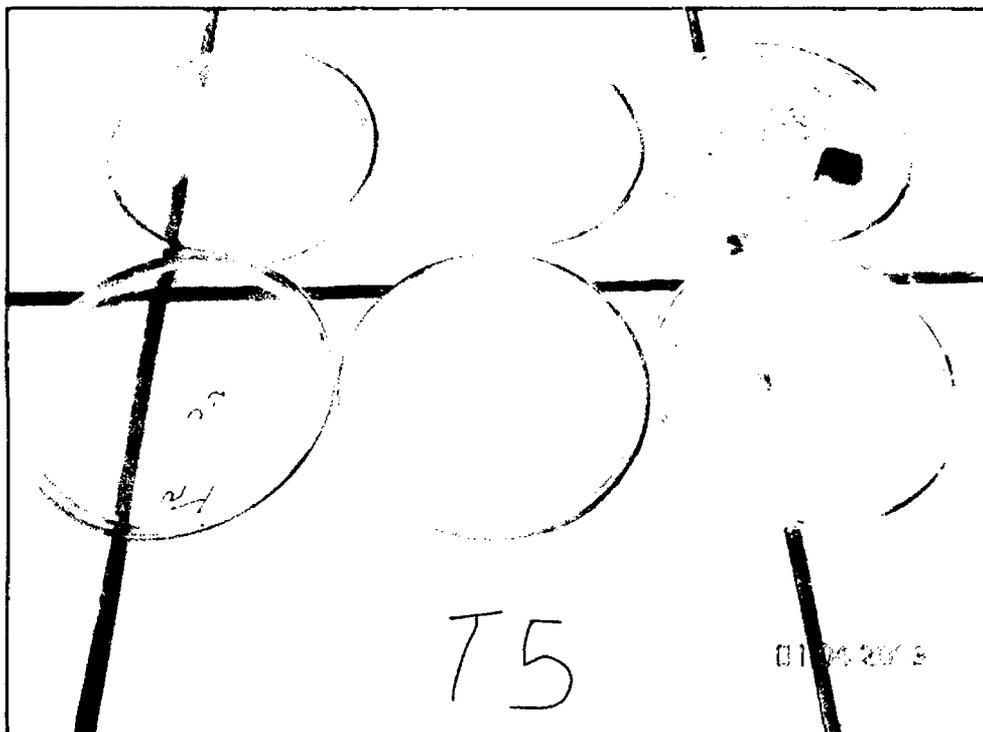
Fotografía 7. Envasado del filtrante de matico.



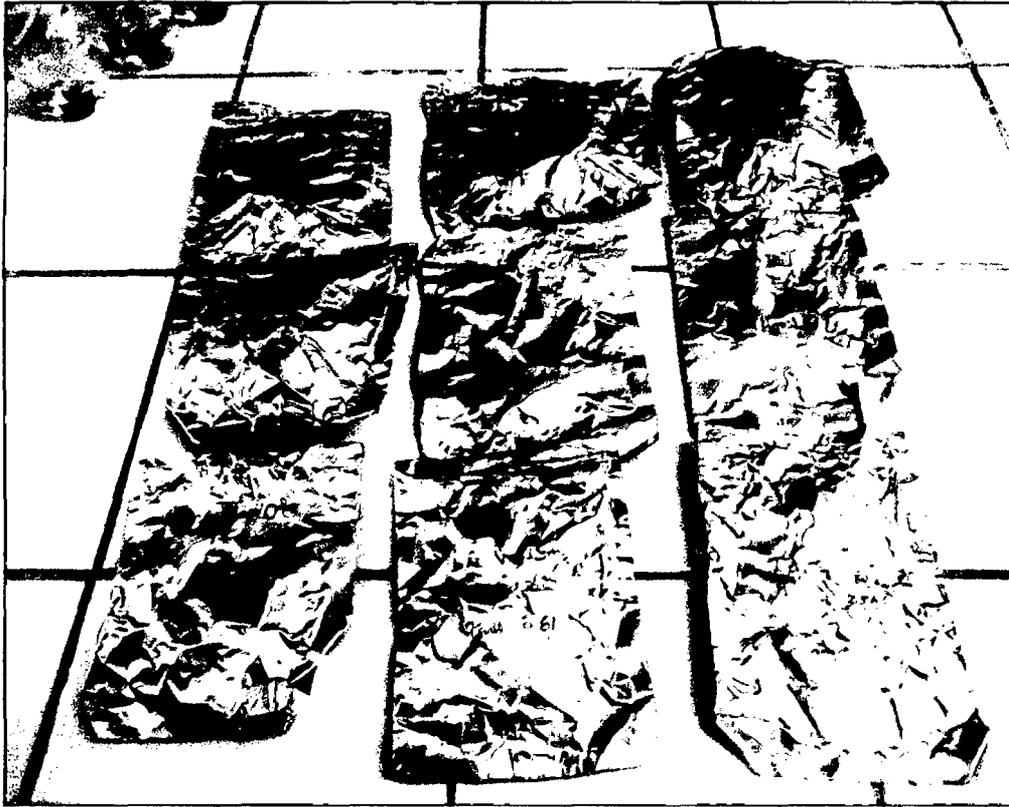
Fotografía 7. Determinación de ceniza del filtrante de matico.



Fotografía 7. Homogenización de los pesos de los tubos de la centrifuga para detrmnar capacidad de retencion de agua de los filtrante de matico.



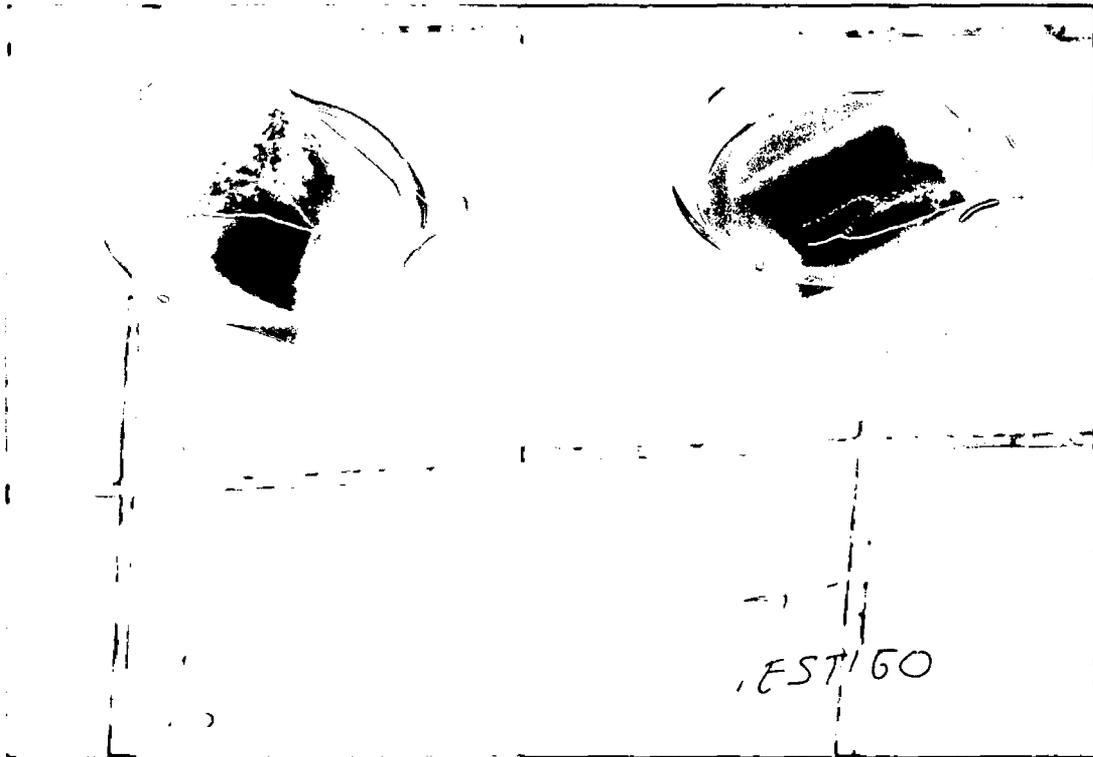
Fotografía 9. Recuento de unidades formadoras de colonias de mohos.



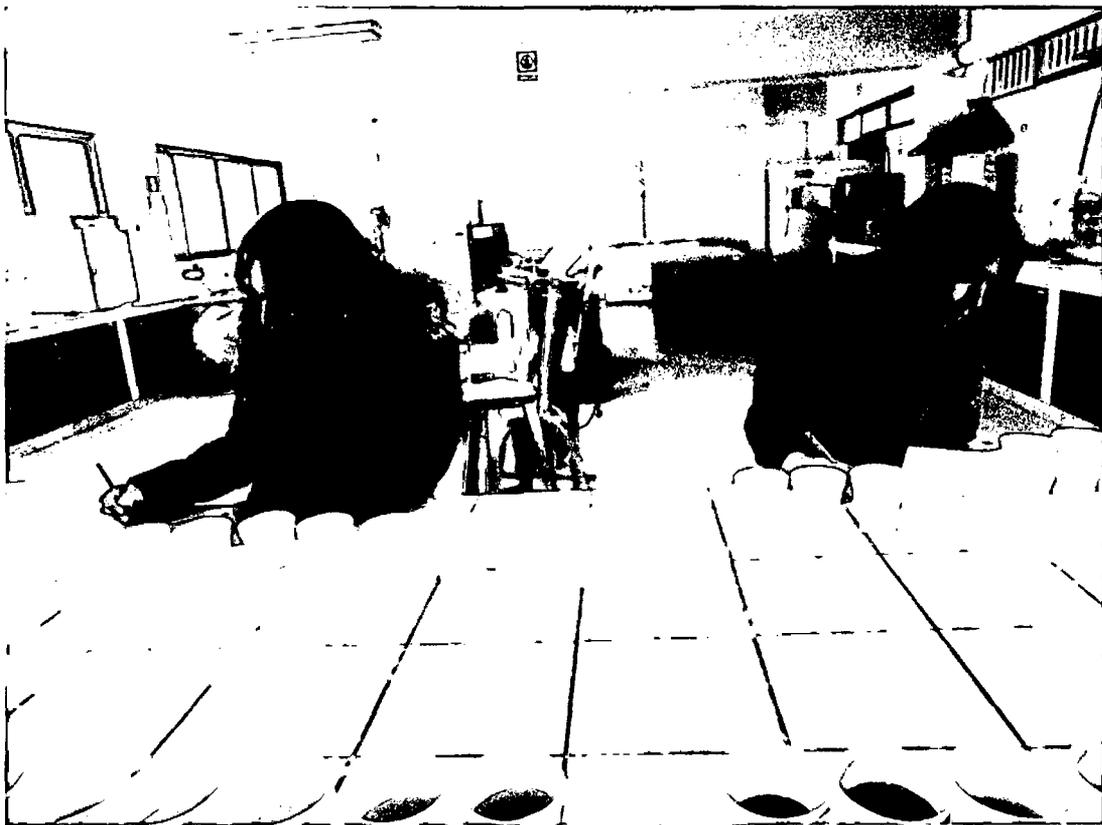
Fotografía 10. Almacenamiento de los filtrante de matico en bolsas de ocol.



Fotografía 11. Infuciones de los filtrante de matico del trtamiento 4 y 5.



Fotografía 12. Infusiones de los filtrante de matico del tratamiento 6 y el te comercial mate de coca.



Fotografía 13. Panelistas en la evaluación organoléptica del filtrante de matico.