



“ESTUDIO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE EXTRACTOS DE PLANTAS MEDICINALES”

Gladys Isabel Tituaña Pulluquitin

gi.tituana@uta.edu.ec

Inés Virginia Córdova Guambo

iv.cordova@uta.edu.ec

Mayra Catalina Tobar Jácome

mc.tobar@uta.edu.ec

Alexandra Virginia Lascano Sumbana

av.lascano@uta.edu.ec

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Gladys Isabel Tituaña Pulluquitin, Inés Virginia Córdova Guambo, Mayra Catalina Tobar Jácome y Alexandra Virginia Lascano Sumbana (2018): “Estudio del proceso de obtención de extractos de plantas medicinales.”, Revista Caribeña de Ciencias Sociales (mayo 2018). En línea:

[//www.eumed.net/rev/caribe/2018/05/extractos-plantas-medicinales.html](http://www.eumed.net/rev/caribe/2018/05/extractos-plantas-medicinales.html)

RESUMEN

En el trabajo de investigación se estudió el proceso de obtención de extractos de plantas medicinales, se consideró tres variables de estudio: proceso de extracción, tipo de mezcla de solvente y tipo de planta medicinal.

Se evaluó rendimiento, costos de producción, aceptabilidad y composición de extractos. Con el análisis de rendimiento y costos de producción se estableció que el mejor tratamiento es el

* Ingeniera en Alimentos, Magíster en Gestión de la Producción Agroindustrial en la Universidad Técnica de Ambato; Docente de Estadística, Diseño Experimental y Química en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, Tutora de Nivelación; actualmente Docente de Química en el área de Ingenierías en el Sistema de Nivelación de la Universidad Técnica de Ambato.

** Ingeniera en Alimentos de la (UTA), Magíster en Gestión de la Producción Agroindustrial de la (UTA), Diplomado Superior en Auditoría y Aseguramiento de la Calidad para el Sector Alimenticio, Docente de Tecnología de Cárnicos y Química en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos (UTA), Actualmente Docente ocasional en el Sistema de Admisión y Nivelación de la (UTA) desde el 2012.

*** Ingeniera en Alimentos en la Universidad Técnica de Ambato, Magíster en Política y Gestión de la Seguridad Alimentaria por la Universidad Nacional de Rosario – Argentina, Directora Pedagógica en el Colegio Regional de Ingenieros en Alimentos, actualmente Docente de Química en el Sistema Nacional de Nivelación y Admisión de la Universidad Técnica de Ambato desde el año 2012.

**** Ingeniera en Alimentos, Magíster en Producción más Limpia. Docente de las cátedras de Físicoquímica, Termodinámica, Química, Tecnología de Cereales en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y de la cátedra de Química de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, actualmente Docente de Química del Sistema Nacional de Nivelación en la (UTA).

realizado con menta macerada; destilación simple; mezcla de solvente etanol-agua: 25% -75% en el que se obtiene 295 ml de extracto al emplear 425 ml de mezcla de solvente y 75 gramos de planta a un costo de 1 dólar con 79 centavos los 20 ml de extracto de menta; en lo que se refiere al análisis de aceptabilidad el extracto de toronjil macerado; destilación simple; mezcla de solvente etanol-agua: 50 % - 50% el aroma gusta mucho; se realizó un análisis de composición del cual se obtuvo como resultados que en los extractos están presentes taninos, flavonoides, triterpenos y aceites esenciales.

Palabras claves: extractos de toronjil y menta, rendimiento, costos de producción.

ABSTRACT

TITLE: "Study of the process of getting grown plants extracts"

In the research we studied the process of obtaining extracts of medicinal plants, the study considered three variables: the extraction process, type of solvent mixture and type of medicinal plant.

We evaluated performance, production costs, acceptability and composition of extracts. The performance analysis and production costs established that the best treatment are made with mint macerated ; simple distillation , solvent mixture of ethanol - water: 25 % -75 % in which 295 ml of extract obtained by using 425 ml solvent mixture and 75 grams of plant at a cost of \$ 1 with 79 cents the 20 ml of mint extract , in regard to the acceptability analysis macerated melissa extract; simple distillation, solvent mixture of ethanol-water: 50 % - 50 % the smells very well, analysis was performed for the composition of which was obtained as results that tannins, flavonoids, triterpenes and essential oils are present in the extracts.

Key words: melissa and mint extracts, performance, production costs.

DESARROLLO

El bajo desarrollo y pocas fuentes de empleo en los habitantes de la Parroquia Pasa del Cantón Ambato donde las condiciones de clima y suelos limitan la producción de variedad de cultivos hace necesaria la búsqueda de alternativas que permitan potenciar y aprovechar los pocos productos que se cultivan en la zona como son las plantas medicinales toronjil, menta, ruda, alcachofa, manzanilla, borraja, entre otras. La aplicación de una metodología de obtención de extractos, que son productos de interés comercial puede ser una buena opción para la zona.

Las plantas son una fuente inagotable de productos químicos, muchos de ellos con importantes aplicaciones tecnológicas. Esto ha generado un particular interés por las actividades biológicas de las plantas y como extraerlas lo que ha llevado a una serie de investigaciones de extractos de plantas.

En los últimos años el estudio de los aceites esenciales y extractos vegetales ha llamado la atención de la ciencia, convirtiéndose así en un área amplia de investigación y desarrollo, debido a la gran acogida que tienen dentro de la industria farmacéutica, cosmética y de alimentos, entre otras.

La destilación simple es uno de los procesos que permite obtener extractos de las plantas pudiendo ser un procedimiento implementado en las asociaciones Flor de campo y Mushuñari de la parroquia de Pasa, pues se requiere implementar equipos económicos y existe la disponibilidad de materia prima en la parroquia; así se podría aprovechar las plantas propias del lugar y disponer de una nueva alternativa al comercializarlas como productos puros o extractos.

Extractos de plantas.

Se denomina extracción sólido – líquido al procedimiento consistente en poner en contacto un sólido triturado (material vegetal) con un líquido (disolvente de extracción) en el que son solubles algunas de las sustancias que incorpora el sólido en su composición. Del proceso se obtiene un sólido agotado y una disolución o extracto formado por el disolvente y las sustancias disueltas en él.

Los extractos son fundamentales para aquellas plantas medicinales que no contienen aceites esenciales, pero si otros compuestos activos con variadas propiedades. También para plantas cuya pequeña concentración de aceite esencial ofrece un rendimiento muy bajo en la destilación, o bien se destruye con el calor. En aceites esenciales muy caros como los de manzanilla, rosa, neroli, jazmín o si hay dificultades para disponer de ellos, puede ser interesante la obtención de extractos, incluso para utilizarlos en la fabricación de ambientadores y perfumes. (ORTUÑO, 2006).

En general, los extractos son productos más diluidos que los aceites esenciales, aunque pueden ser bastante concentrados y por eso son recomendables para la fabricación de jarabes, jabones y alimentos.

Tintura alcohólica, tintura madre, tintura, extracto hidroalcohólico.

Todas las denominaciones de productos comerciales relacionados con las palabras tinturas y extracto hacen referencia a productos similares: tintura alcohólica, tintura madre, tintura, extracto. Se opera por extracción de la planta (generalmente seca) con una disolución de alcohol en agua del 25 – 50%. La planta triturada con un tamaño de partícula no muy pequeño

se mezcla con la disolución alcohólica y se conserva en un recipiente hermético en lugar fresco y seguro. El líquido debe cubrir totalmente el material vegetal y es recomendable utilizar un recipiente de volumen adecuado para no dejar cámara de aire en su interior. Periódicamente se agita el recipiente para homogenizar la mezcla. Pasado un tiempo variable según la planta y otros factores (típicamente de 1 a 3 meses, aunque este tiempo puede variar entre límites muy amplios), se cuele y filtra el extracto que se envasa y almacena de forma adecuada. Se trata de una extracción simple en la que el tiempo de extracción depende de la temperatura ambiente, tamaño de partícula del sólido y agitación, por esto suele dejarse un tiempo suficientemente largo ya que se opera a temperatura ambiente y con escasa agitación.

La mezcla alcohol/agua extrae muy bien gran cantidad de principios activos contenidos en las plantas, ya sean aromas, pigmentos, ceras, azúcares. La concentración final del extracto en principios activos puede variarse dependiendo de la cantidad de planta utilizada con una misma cantidad de mezclas hidroalcohólicas; a mayor cantidad de material vegetal, más concentrada saldrá la tintura, aunque existe un límite máximo dependiendo de la materia prima de que se trate y de la mezcla utilizada como disolvente de extracción. La mezcla de extracción puede diluirse con agua para rebajar su concentración de alcohol (y de principios activos) generalmente hasta un 25 – 30% V/V. Si se deja el extracto con un contenido alcohólico inferior al 15% v/v puede estropearse debido al crecimiento de microorganismos. También es por esto que se suele emplear alcohol en la preparación de extractos. (PALOMINO, 2001).

Maceración

La maceración simple o estática consiste en poner el material crudo, con el grado de finura prescrito, en contacto con el solvente, en recipientes o equipos cerrados, protegidos de la luz solar, a temperatura ambiente y por un tiempo que puede variar entre horas o varios días y meses en maceración. Se realizan agitaciones ocasionales. La principal desventaja es la lentitud del proceso (PÉREZ, 2009; UDELAR, 2001).

Posteriormente, el extracto es filtrado y la torta lavada con el mismo solvente para luego ser prensada o centrifugada, con el objeto de recuperar la parte del extracto retenido en la misma (Sharapin *et al.*, 2000).

Los solventes más utilizados en la maceración son: agua, glicerina o mezclas hidroalcohólicas (KUKLINSKI, 2003).

Para disminuir el tiempo de operación, el material vegetal y el solvente deben mantenerse en movimiento constante. Este procedimiento es conocido como maceración dinámica (SHARAPIN *et al.*, 2000).

Una desventaja del proceso de maceración corresponde al hecho de posible alcanzar la extracción completa del material crudo. Para mejorar el rendimiento de extracción es habitual realizar otra maceración con la torta de la filtración (KUKLINSKI, 2003).

Obtención de extractos

Los extractos son preparados por métodos apropiados usando etanol u otro solvente adecuado. Pueden ser mezclados diferentes lotes de tejido vegetal previo a la extracción. El tejido vegetal a ser extraído debe someterse a un tratamiento preliminar, por ejemplo, inactivación de enzimas, molienda o trituración. Además, las materias indeseables deben ser eliminadas antes de la extracción. Los extractos crudos de plantas son aquellos que se obtienen mediante operaciones sencillas, sin modificaciones, es decir sin aislar algunos de sus

componentes. Existen diferentes métodos para obtener extractos de las plantas y corteza de frutos, entre los más recomendables y de aplicación industrial tenemos:

Destilación simple

La destilación simple es una operación en la cual se produce la vaporización de un material por la aplicación de calor; el método es empleado en la industria de capacidad moderada y pequeña, para llevar a cabo separaciones parciales de los componentes más volátiles de mezclas de líquidos miscibles.

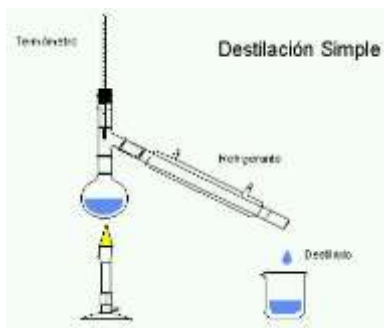
Normalmente, la mezcla líquida es cargada en lotes a un recipiente y sometida a ebullición. Los vapores que se desprenden se eliminan continuamente, se condensan y se recolectan sin permitir que tenga lugar ninguna condensación parcial ni retorno al recipiente en donde se lleva a cabo el calentamiento y ebullición de la mezcla.

La primera porción del destilado será la más rica en el componente más volátil y conforme continúa la destilación, el producto evaporado se va empobreciendo. Por lo tanto, el destilado puede recolectarse en varios lotes separados, llamados fracciones, obteniéndose así una serie de productos destilados de diferente grado de pureza. (ZITLALPOPOCA, 2008).

El principio de la destilación simple, puede ilustrarse fácilmente haciendo referencia a un diagrama de equilibrio líquido - vapor, como el que se muestra en la Figura 2. En este sistema, si una mezcla que contiene 25% mol de alcohol etílico en agua se carga en el recipiente hervidor de un sistema de destilación simple intermitente y se calienta, la mezcla empezará a ebullicir a una temperatura de 82.5 °C. A esta temperatura, la composición del vapor en equilibrio con el líquido es de 55% mol de alcohol etílico en agua.

Así conforme la vaporización transcurre, se separan y condensan los vapores, y la cantidad del líquido en el recipiente va disminuyendo progresivamente, al igual que el contenido del componente más volátil en el líquido y el vapor, y la temperatura de ebullición del líquido en el recipiente va aumentando. El aparato utilizado para la destilación simple en el laboratorio es el alambique, como se muestra en la Figura 1. consta de un recipiente donde se almacena la mezcla a la que se le aplica calor, un condensador donde se enfrían los vapores generados, llevándolos de nuevo al estado líquido y un recipiente donde se almacena el líquido concentrado.

Figura N° 1.
Equipo de destilación simple.



Normalmente en la industria esta operación se realiza por lotes cargándose a un recipiente y sometiéndose a ebullición. Los vapores que se desprenden se eliminan continuamente, se condensan y se recolectan.

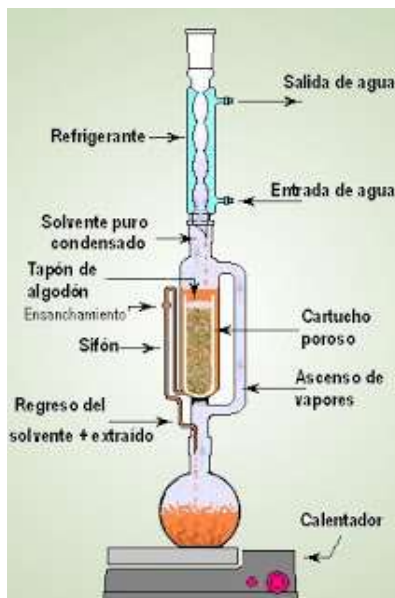
En el caso de la mezcla etanol-agua nos encontramos con una destilación azeotrópica, ya que usando técnicas normales de destilación, el etanol sólo puede ser purificado a aproximadamente el 95 %. Una vez que se encuentra en una concentración de 95/5% etanol-agua, los coeficientes de actividad del agua y del etanol son iguales, entonces la concentración del vapor de la mezcla también es de 95/5% etanol-agua, por lo tanto destilaciones posteriores son inefectivas.

La destilación puede llevarse a cabo según dos métodos principales. El primer método se basa en la producción de vapor mediante la ebullición de la mezcla líquida que se desea separar y condensación de los vapores sin permitir que el líquido retorne al calderín. Es decir, no hay reflujo. El segundo método se basa en el retorno de una parte del condensado a la columna, en unas condiciones tales que el líquido que retorna se pone en íntimo contacto con los vapores que ascienden hacia el condensador. Cualquiera de los dos métodos puede realizarse de forma continua o por cargas (Mc CABE, 1998).

Destilación soxhlet

Se realiza en un aparato Soxhlet, que consta de un refrigerante, un cuerpo extractor y un balón. En el balón se lleva a ebullición el solvente, sus vapores ascienden hasta el refrigerante, donde condensan. El condensado cae sobre la muestra, generalmente contenida en un cartucho y colocada previamente en el cuerpo extractor, y la macera hasta cuando el cuerpo extractor se llena y el extracto sifonea por el tubo lateral, para desembocar en el balón evaporador. Esta operación se repite sucesivamente, con lo que el solvente se va reciclando y los principios activos se van concentrando en el balón inferior. En la figura 2 se muestra el equipo soxhlet y su funcionamiento. (KUKLINSKI, 2003).

Figura N° 2.
Equipo de extracción Soxhlet



Composición de extractos y aceites esenciales.

Actualmente se han identificado alrededor de cuatrocientos componentes químicos constituyentes de los aceites esenciales y extractos. La mezcla compleja que los integran pertenecen de manera casi exclusiva a grupos característicos distintos: el grupo de los

terpenos, el grupo de los compuestos derivados del fenilpropano, los terpenos originarios del ácido acético, los terpenos, polifenoles y otros como los compuestos procedentes de la degradación de terpenos.

Los monoterpenos y sesquiterpenos son terpenos de 10 y 15 átomos de carbonos. De acuerdo con su estructura se les clasifica según el número de ciclos como acíclicos, monocíclicos, bicíclicos, etc. Algunos ejemplos de monoterpenos y sesquiterpenos son:

- Monoterpenos acíclicos: linalol, nerol, geraniol.
- Monoterpenos monocíclicos: p-mentano, 1,4- Cineol, 1,8-Cineol, Ascaridol.
- Monoterpenoides bicíclicos: carano, cis-carano y trans-carano.
- Sesquiterpenos: Farnesol, nerolidol. (GONZALES, 2004).

Los polifenoles que se dividen de acuerdo al número de átomos de carbono en su estructura química básica, son parcialmente responsables de la calidad sensorial (contribuyen al sabor, aroma y color) y nutricional de los alimentos que los contienen; es por ello que se usan en la industria alimentaria como colorantes naturales y preservantes (BRAVO, 1998).

Los polifenoles están ampliamente distribuidos en la naturaleza y, con aproximadamente 10000 compuestos conocidos, constituyen uno de los grupos más numerosos y complejos de los metabolitos de las plantas. En general, una dieta basada en alimentos y bebidas ricos en polifenoles está relacionada con varios efectos benéficos en la salud humana, tales como la reducción del riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares (taninos del vino), cáncer, hipertensión, diabetes, alergias, úlceras, diarreas y procesos inflamatorios (fenilpropanoides) (TAÍZ Y ZEIGER, 2006; BRAVO, 1998).

Usos de extractos

Los aceites extraídos mediante la destilación con arrastre de vapor proveen a la industria alimenticia sabores y aromas característicos, muy utilizados en panaderías, confituras, golosinas, gaseosas, helados, conservantes, galletitas, lácteos, etc.

La formulación de mezclas para condimentar y proporcionar sabor a todo tipo de alimentos (caramelos, helados, bombones, pasteles, galletas, licores, refrescos) es una de las aplicaciones de mayor interés en relación a los aceites esenciales y extractos. Para esta aplicación tan extendida existen muchos procedimientos y componentes de utilización común, siendo quizás la que aplica los más variados métodos, formulaciones y componentes distintos. Los aromas y saborizantes para alimentos son productos catalogados como tales y por eso su fabricación y composición debe ajustarse a normas legales concretas. (ORTUÑO, 2006).

Los cultivadores, que constituyen la mayoría de los pobres de las comunidades, se ocupan directamente de la producción y del manejo de cultivos y ganado. En los últimos años la comunidad ha recibido apoyo de entidades gubernamentales para mejorar la productividad y adoptar nuevas alternativas de cultivo; destinándose aproximadamente el 25% para consumo interno, 25% consumo de animales y el 50% es destinado para la comercialización en el mercado mayorista.

La adaptación de las plantas medicinales a las condiciones de suelo y clima de la comunidad se ha incrementado, por lo que se ha constituido en una de las actividades agrícolas principales

para los habitantes de Pasa, quienes las comercializan en estado fresco en los principales mercado de la provincia.

Según UMICT, (2009), la agricultura, el turismo, la utilización de la flora, fauna, el agua y otros recursos naturales, son enlace trascendente entre quienes viven cerca de la zona de páramos y estos son valiosos por los beneficios y servicios que proveen a la población urbana y rural.

La situación en las comunidades es cada vez más crítica y grave, necesita que se tome medidas urgentes, medidas que tengan relación con el apoyo y la solución a varios problemas de la zona como productividad de suelo, conservaciones de los recursos existentes, creación de nuevas fuentes de trabajo, desarrollo de tecnologías alternativas que permitan potencializar sus productos.

Según TLC (2008), el uso de sustancias vegetales ha estado más vinculado a la población rural en razón de la facilidad de obtención de ellas, el conocimiento ancestral respecto a su aplicación y su menor costo; en el ámbito nacional, los consumidores de plantas medicinales y aromáticas tienen una amplia gama de posibilidades para obtener en estado natural y fresco, otra opción, para quienes desean contar con estos productos por mayor tiempo es adquirir parte de ellas deshidratada, en forma de tabletas, esencias, aceites y extractos que requieren mayor niveles de procesamiento y presentación impulsado la producción de plantas medicinales y aromáticas, sin embargo en muchas comunidades con potencialidades de producción carecen de investigación científica que respalde los saberes populares y demuestren los contenidos, propiedades, usos y métodos de obtención para producir alternativas de productos de calidad a base de plantas medicinales.

Proceso de obtención de extractos

1 Recepción de las plantas.

La materia prima vegetal recolectada se pesó, examinó y se separaron manualmente, materiales extraños y partes deterioradas enfermas o contaminadas.

2 Secado de plantas.

Se realizó el secado de las plantas frescas fraccionadas en un túnel de secado convencional horizontal a una temperatura media de 55 ° C.

3 Destilación Soxhlet.

Para la destilación se utilizó planta semiseca que fue colocada en un dedal de celulosa y posteriormente colocado en el equipo soxhlet, se adiciono disolvente orgánico etanol-agua en concentraciones consideradas para el estudio, luego se procedió a la recolección del volumen de extracto soxhlet y al pesado de la planta con el dedal luego del proceso.

4 Destilación Simple.

Se realizó la destilación simple con la finalidad de obtener un extracto de la planta separado del solvente etanol empleado para el proceso.

5 Filtrado y envasado de extractos.

Se realizó un filtrado para eliminar partículas de plantas que se quedaron luego de la destilación

6 Macerado.

Con la planta en estado fresco se aplicó un proceso de macerado con una mezcla de solvente agua – etanol, durante un periodo de 2 meses a temperatura ambiente 20 ± 2 °C.

7 Filtrado.

Se realizó un filtrado de los macerados obtenidos luego de los 2 meses, para el posterior proceso de destilación simple.

8 Destilación simple.

El volumen de extracto macerado fue sometido al proceso de destilación simple con la finalidad de separar el volumen de extracto de la planta del disolvente etanol empleado para el proceso.

9 Filtrado y envasado de extractos.

Una vez terminado el proceso de destilación simple se procedió a realizar un filtrado con lienzo para eliminar las partículas de plantas que se encontraron en el extracto, se midió el volumen final y se almaceno el extracto en envases de plástico herméticos a temperatura ambiente 20 ± 2 °C.

Análisis de composición y pureza de los extractos.

Se determinó la composición de los extractos mediante un Screening Fotoquímico en el Instituto de Investigación y Posgrado de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador - Quito.

Determinación del rendimiento del extracto.

El rendimiento de producción de extractos se determinó en base al volumen del solvente inicial y al peso de la planta, relacionado con el extracto diluido obtenido luego de los proceso destilación soxhlet y destilación simple.

Evaluación sensorial de extractos.

La evaluación sensorial se realizó con 16 estudiantes semientrenados en identificación de aromas en el laboratorio de Análisis Sensorial de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Se realizó un análisis de aceptabilidad de los 16 extractos obtenidos, seleccionando los cuatro mejores. Sobre los cuatro mejores extractos (uno por cada planta) se volvió a determinar el mejor en cuanto a aceptabilidad de aroma.

Determinación de costos de producción de extractos.

Con la finalidad de elaborar extractos de toronjil, menta, alcachofa y ruda, se realizó un análisis económico detallando los costos de producción de estos.

RESULTADOS

Proceso de obtención de extractos de plantas semisecas, mediante destilación soxhlet.

Se emplearon menta, ruda, toronjil y alcachofa, recolectadas en la asociación Flor de Campo y Mushukwiñary en la comunidad Pasa del cantón Ambato. Se separaron manualmente, materiales extraños y partes deterioradas, enfermas o contaminadas. Posteriormente, se procedió a realizar la limpieza y remoción de la tierra de las plantas, para finalmente clasificarlas, fraccionarlas, pesarlas y prepararlas para el secado.

Se determinó la humedad inicial de las plantas utilizando una balanza de humedad que operó a 120 °C siendo necesario un tiempo aproximado de 45 minutos como se reporta en la Tabla N°1.

Tabla N° 1.
Porcentaje de Humedad inicial del toronjil, menta, ruda y alcachofa.

TORONJIL	MENTA	RUDA	ALCACHOFA
77,719	86,085	79,940	83,650

Elaborado: Autores

El secado de las plantas fraccionadas (1cm) formadas por hojas, tallos y flores se realizó en un túnel de secado convencional horizontal a una temperatura media de 55 °C. El tiempo necesario para que las plantas llegaran a una humedad de $10 \pm 0,5$ % se muestra en la Tabla N° 2.

Tabla N° 2.
Tiempo de secado y humedad final de las plantas semisecas

	TORONJIL	MENTA	RUDA	ALCACHOFA
TIEMPO DE SECADO (HORAS)	11,00	8,50	11,00	9,00
HUMEDAD FINAL (%)	9,76 %	10,03%	9,47 %	10,01 %

Elaborado: Autores

El tiempo requerido para el proceso varió de acuerdo a la planta y al porcentaje de humedad inicial. El peso de la planta cargado en la bandeja fue 353 gramos.

La destilación se realizó con 5 gramos de planta colocadas en un dedal de celulosa, con 150 ml de disolvente durante un tiempo de 90 minutos, durante el cual se produjeron tres lavados de las plantas considerando el paso de los 150 ml de solvente adicionados en la fase inicial del proceso, se obtuvo como resultado el primer extracto diluido formado por agua – etanol, partículas sólidas y líquidas expulsadas por la planta durante el proceso.

Se procedió a medir el volumen de extracto soxhlet obtenido para realizar la destilación simple con la finalidad de obtener un extracto diluido final de la planta separando el etanol empleado para el proceso, durante un tiempo aproximado de 40 minutos a una temperatura de 75 ° C.

Para el obtener el extracto final, se procedió a realizar un filtrado del extracto diluido obtenido al final de la destilación simple y se procedió a envasar y almacenar a 12 ± 2 ° C.

Proceso de obtención de extractos de plantas frescas, mediante maceración y destilación simple.

Se pesaron por triplicado 75 gramos de planta en envases de plástico y se adicionó 425 ml de solvente orgánico (etanol- agua) en concentración: 50 – 50 y 25 – 75; la maceración se realizó durante un período de 2 meses a temperatura ambiente $20 \pm 2^\circ \text{C}$ con agitación eventual.

Se realizó un filtrado de los macerados obtenidos luego de los 2 meses, utilizando un lienzo, se midió el peso final de la planta separada del disolvente y el volumen final del extracto obtenido de la maceración.

El volumen de extracto macerado fue sometido al proceso de destilación simple con la finalidad de separar el etanol empleado. Se aplicó un tiempo aproximado de 80 minutos a una temperatura de $75 \pm 2^\circ \text{C}$.

Una vez terminado el proceso de destilación simple se procedió a realizar un filtrado con lienzo para eliminar las partículas de plantas que se encontraron en el extracto, se midió el volumen final y se almacenó el extracto en envases de plástico herméticos a $12 \pm 2^\circ \text{C}$.

Análisis de composición y pureza de los extractos

En la Tabla N° 3 se muestran los resultados del análisis Screening Fitoquímico realizado a los extractos de Toronjil macerado: destilación simple: 50 – 50 (mejor tratamiento de acuerdo al análisis sensorial); Toronjil semiseco: destilación soxhlet y simple: 50- 50 (tratamiento de menor rendimiento); Menta macerada: destilación simple: 25 – 75 (tratamiento con más alto rendimiento) en los cuales se puede observar cualitativamente la presencia de determinados grupos de compuestos.

Tabla N° 3.
Composición de extractos vegetales

	Toronjil macerado: destilación simple: mezcla solvente 50-50	Toronjil semiseco: destilación soxhlet y simple: mezcla solvente 50 -50	Menta macerada: destilación simple: mezcla solvente 25-75
Alcaloides	-	-	-
Taninos	++	+++	+
Saponinas	-	-	-
Flavonoides	+	+	+
Aceites esenciales	+/-	+/-	+/-
Coumarina	-	-	-
Triterpenos	+	+	+
Glicósidos cardiotónicos	-	-	-
Aceites fijos	-	-	-
Coumarinas	-	-	-

Elaborado: Autores

Abundante cantidad: +++; Mediana cantidad: ++; Poca cantidad: +; Indicios: +/- ; Ausencia: -

En función de la concentración de taninos se puede establecer que el tratamiento realizado con toronjil semiseco: destilación soxhlet y simple con mezcla de solvente 50% - 50% es el que presenta mayor concentración.

Los taninos son considerados antioxidantes por su capacidad para eliminar los radicales libres, previniendo la aparición de enfermedades degenerativas como el cáncer; tienen una función antibacteriana que se produce al privar a los microorganismos del medio para que puedan desarrollarse, también reducen el colesterol al inhibir su absorción y expulsarlo.

Los flavonoides tienen un efecto tónico sobre el corazón, potenciando el músculo cardíaco y mejorando la circulación, también son muy eficaces en el tratamiento del cáncer. Los triterpenos actúan como antioxidantes protegiendo los lípidos, la sangre y demás fluidos corporales del ataque de radicales libres de especies del oxígeno (MARTINEZ, 2002).

En la Tabla N°4, se reportan los resultados de pH, densidad relativa a 25°C y Sólidos Totales, de los extractos obtenidos con toronjil, menta, ruda y alcachofa; la determinación de sólidos totales tiene como límite mínimo 6%, en el caso de los extractos obtenidos se tienen valores cercanos al 6% (CRUZ, 2009).

Tabla N° 4.
Resultados de características organolépticas y físicas de los extractos.

TRATAMIENTO	ASPECTO	COLOR	OLOR	pH	DENSIDAD RELATIVA	SOLIDOS TOTALES (%)
a ₀ b ₀ c ₀	Líquido	Verde oscuro	Característico	5,65	0,934	5,27
a ₀ b ₀ c ₁	Líquido	Verde oscuro	Característico	5,90	0,970	5,56
a ₀ b ₀ c ₂	Líquido	Café claro	Característico	5,99	0,988	6,15
a ₀ b ₀ c ₃	Líquido	Café claro	Característico	6,01	0,989	4,68
a ₀ b ₁ c ₀	Líquido	Verde oscuro	Característico	5,58	0,933	5,44
a ₀ b ₁ c ₁	Líquido	Verde oscuro	Característico	5,85	0,990	5,66
a ₀ b ₁ c ₂	Líquido	Café claro	Característico	5,88	0,988	6,18
a ₀ b ₁ c ₃	Líquido	Café claro	Característico	5,70	0,997	4,94
a ₁ b ₀ c ₀	Líquido	Verde oscuro	Característico	6,02	0,923	5,23

a ₁ b ₀ c ₁	Líquido	Verde oscuro	Característico	6,30	0,976	5,97
a ₁ b ₀ c ₂	Líquido	Café claro	Característico	5,22	0,983	5,88
a ₁ b ₀ c ₃	Líquido	Café claro	Característico	5,25	0,984	5,72
a ₁ b ₁ c ₀	Líquido	Verde oscuro	Característico	6,05	0,997	4,99
a ₁ b ₁ c ₁	Líquido	Verde oscuro	Característico	5,11	0,990	5,58
a ₁ b ₁ c ₂	Líquido	Café claro	Característico	6,02	0,927	5,99
a ₁ b ₁ c ₃	Líquido	Café claro	Característico	5,58	0,986	6,84

Elaborado: Autores

Los valores reportados corresponden al valor promedio obtenido de las réplicas por tratamiento.

a₀ = planta semiseca; destilación soxhlet y destilación simple, a₁ = maceración dos meses; destilación simple, b₀ = mezcla solvente: etanol-agua; 25-75, b₁ = mezcla solvente: etanol-agua; 50-50, c₀ = toronjil, c₁ = menta, c₂ = ruda, c₃ = alcachofa.

Rendimiento del extracto

Al trabajar con plantas semisecas el rendimiento de producción de extractos se determinó por triplicado en base al volumen de mezcla solvente inicial, utilizando 150 ml con 7 gramos de planta semiseca. También se relacionó con el extracto diluido obtenido luego de los procesos destilación soxhlet y destilación simple.

Al trabajar con plantas frescas maceradas, el rendimiento de extracción se realizó en base al volumen de solvente filtrado obtenido luego de la maceración, extracto obtenido al usar 425 ml con 75 gramos de planta, relacionando el volumen de extracto diluido obtenido al final de la destilación simple. Como se puede observar en las Tablas N° 5 y N° 6 se reportan los rendimientos alcanzados en el procesos de obtención de extractos.

Tabla N° 5.

Rendimientos promedio de la obtención de extractos de plantas semisecas con destilación soxhlet y destilación simple para toronjil, menta, ruda y alcachofa.

Tratamiento	Rendimiento (ml)	*Rendimiento (%)
a ₀ b ₀ c ₀	59,67	38,00
a ₀ b ₀ c ₁	70,67	45,01
a ₀ b ₀ c ₂	108,00	68,79
a ₀ b ₀ c ₃	109,33	69,64
a ₀ b ₁ c ₀	40,67	25,88
a ₀ b ₁ c ₁	50,33	32,06
a ₀ b ₁ c ₂	61,33	39,07

a ₀ b ₁ c ₃	60,67	38,64
--	-------	-------

Elaborado: Autores

* Rendimientos calculados en base al volumen inicial de mezcla solvente. a₀ = planta semiseca; destilación soxhlet y destilación simple, b₀ = mezcla solvente: etanol-agua; 25-75, b₁ = mezcla solvente: etanol-agua; 50-50, c₀ = toronjil, c₁ = menta, c₂ = ruda, c₃= alcachofa.

Tabla N° 6.

Rendimientos promedio de la obtención de extractos de plantas frescas maceradas dos meses con destilación simple para toronjil, menta, ruda y alcachofa.

Tratamiento	Rendimiento (ml)	Rendimiento (%)
a ₁ b ₀ c ₀	274,00	72,69
a ₁ b ₀ c ₁	295,00	75,58
a ₁ b ₀ c ₂	286,67	75,57
a ₁ b ₀ c ₃	267,00	71,39
a ₁ b ₁ c ₀	209,67	53,26
a ₁ b ₁ c ₁	142,33	51,08
a ₁ b ₁ c ₂	196,33	52,08
a ₁ b ₁ c ₃	190,67	49,57

Elaborado: Autores

* Rendimientos calculados en base al volumen inicial de mezcla solvente. a₁ = maceración dos meses; destilación simple, b₀ = mezcla solvente: etanol-agua; 25-75, b₁ = mezcla solvente: etanol-agua; 50-50, c₀ = toronjil, c₁ = menta, c₂ = ruda, c₃= alcachofa.

Al aplicar un análisis ANOVA al 95 % de confianza en el paquete Statgraphics Versión 4.0 e InfoStat/Libre versión 2013I, se pudo establecer que existe diferencia significativa en cuanto al tratamiento de obtención de extractos, como se observa en las Tablas 7 y 8.

Tabla N° 7.

Análisis de varianza ANOVA obtenida en Statgraphics con los resultados de rendimiento de extractos.

Analysis of Variance for Rendimiento - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Mezcla solvente	5745,03	1	5745,03	18782,36	0,0000
B:Planta medicinal	1037,16	3	345,721	1130,27	0,0000
C:Proceso de extra	3894,3	1	3894,3	12731,73	0,0000
D:Replica	0,272254	2	0,136127	0,45	0,6450
INTERACTIONS					
AB	270,246	3	90,0821	294,51	0,0000
AC	2,2231	1	2,2231	7,27	0,0114
BC	1252,49	3	417,498	1364,93	0,0000
ABC	229,982	3	76,6607	250,63	0,0000
RESIDUAL	9,17621	30	0,305874		
TOTAL (CORRECTED)	12440,9	47			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Elaborado: Autores

Tabla N° 8.
Comparación de proceso de extracción con la mezcla de solvente y tipo de planta
(Tukey)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,68707
Error: 0,3073 gl: 30

Proceso de extracción	Mezcla solvente	Planta	Medias	n	E.E.	
0,00	1,00	0,00	25,88	3	0,32	A
0,00	1,00	1,00	32,06	3	0,32	B
0,00	0,00	0,00	38,00	3	0,32	C
0,00	1,00	3,00	38,64	3	0,32	C
0,00	1,00	2,00	39,07	3	0,32	C
0,00	0,00	1,00	45,01	3	0,32	D
1,00	1,00	3,00	49,57	3	0,32	E
1,00	1,00	1,00	51,08	3	0,32	E F
1,00	1,00	2,00	52,08	3	0,32	F G
1,00	1,00	0,00	53,26	3	0,32	G
0,00	0,00	2,00	68,79	3	0,32	H
0,00	0,00	3,00	69,64	3	0,32	H
1,00	0,00	3,00	71,39	3	0,32	I
1,00	0,00	0,00	72,69	3	0,32	I
1,00	0,00	2,00	75,57	3	0,32	J
1,00	0,00	1,00	75,58	3	0,32	J

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Elaborado: Autores

a0 = planta semiseca; destilación soxhlet y destilación simple, a1 = maceración dos meses; destilación simple, b0 = mezcla solvente: etanol-agua; 25-75, b1 = mezcla solvente: etanol-agua; 50-50, c0 = toronjil, c1 = menta, c2 = ruda, c3= alcachofa.

Con la prueba de comparación Tukey al 5 % de significancia se pudo establecer que los mejores tratamientos en cuanto a rendimiento son a₁b₀c₁ : maceración 2 meses, destilación simple, mezcla solvente etanol – agua 25 – 75, menta que a su vez tiene igual significancia que el tratamiento a₁b₀c₂ : maceración 2 meses, destilación simple, mezcla solvente etanol – agua 25 – 75, ruda; seguidos por los tratamientos a₁b₀c₀ : maceración 2 meses, destilación simple, mezcla solvente etanol – agua 25 – 75, toronjil; y a₁b₀c₃ : maceración 2 meses, destilación simple, mezcla solvente etanol – agua 25 – 75, alcachofa.

Análisis sensorial

Para realizar el análisis sensorial se entrenó a 16 estudiantes de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos en la identificación y valoración de aromas; posteriormente se procedió a la evaluación de aroma de los extractos obtenidos y para ello se utilizó una escala estructurada en donde se considera a 1: Gusta mucho; 2: Gusta poco; 3: Ni gusta ni disgusta; 4: Disgusta poco; 5: Disgusta mucho. Se realizó una primera evaluación para la identificación del mejor tratamiento por planta en cuanto a aceptabilidad como se muestra en la Tabla 9.

Tabla N° 9.
Mejor tratamiento para cada tipo de planta utilizada en el proceso de obtención de
extractos seleccionado considerando la valoración de aceptabilidad.

Tratamiento	Aceptabilidad*
a ₁ b ₁ c ₀	1,8
a ₁ b ₀ c ₁	1,5
a ₁ b ₁ c ₂	1,6
a ₀ b ₁ c ₃	1,9

Elaborado por: Autores

* Valores de aceptabilidad obtenida de las tablas de análisis de varianza aplicada por planta. ao = muestra semiseca; destilación soxhlet y simple, a1 = maceración dos meses; destilación simple, b0 = mezcla solvente: etanol-agua; 25-75, b1 = mezcla solvente: etanol-agua; 50-50, c0 = toronjil, c1 = menta, c2 = ruda, c3= alcachofa.

Luego de haber seleccionado el mejor tratamiento para cada tipo de planta utilizada en el proceso de obtención de extractos, se procedió a la comparación de las mismas estableciendo el mejor extracto en base a aceptabilidad por proceso y tipo de planta.

De acuerdo con el Análisis de Varianza se estableció que existe diferencia significativa en cuanto a los cuatro tratamientos evaluados como se observa en la Figura N° 3. Al aplicar la prueba de comparación Tukey se identificó que el mejor tratamiento en cuanto a aceptabilidad es el tratamiento a1b1c0 = planta macerada, destilación simple; mezcla solvente: etanol – agua 50% - 50%; toronjil con un valor promedio de 1,4 en aceptabilidad que de acuerdo a la escala estructurada (1 = Gusta mucho; 2 = Gusta poco; 3 = Ni gusta ni disgusta; 4 = Disgusta poco; 5 = Disgusta mucho) correspondería a 1 = gusta mucho, como se puede ver en la Tabla N°9.

Figura N° 3.
Análisis de varianza realizado con los resultados de aceptabilidad para los mejores tratamientos con toronjil, menta, ruda y alcachofa.

Análisis de la varianza

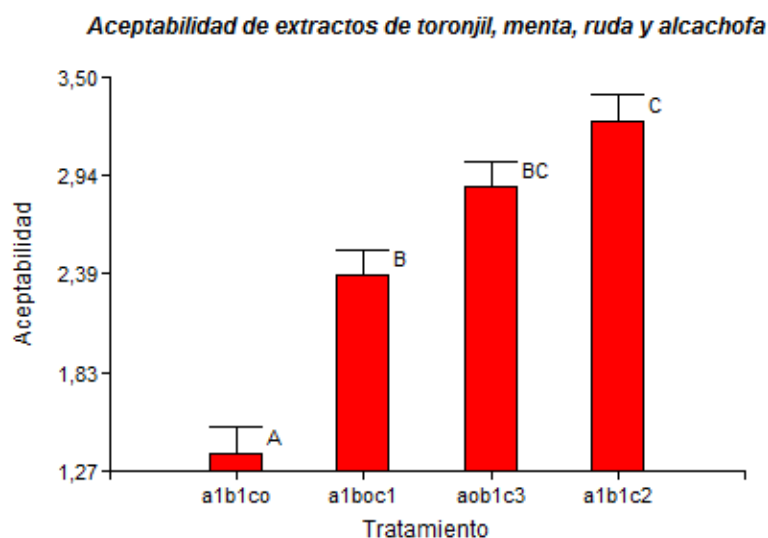
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Aceptabilidad	64	0,72	0,60	23,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	38,63	18	2,15	6,31	<0,0001
Bloque	6,94	15	0,46	1,36	0,2092
Tratamiento	31,69	3	10,56	31,04	<0,0001
Error	15,31	45	0,34		
Total	53,94	63			

Elaborado: Autores

Figura N° 4.
Aceptabilidad de extractos de toronjil, menta, ruda y alcachofa.



Elaborado: Autores

Tabla N° 9.
Comparación de aceptabilidad de extractos (Prueba de Tukey)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,55018

Error: 0,3403 gl: 45

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
a1b1c0	1,38	16	0,15	A
a1b0c1	2,38	16	0,15	B
a0b1c3	2,88	16	0,15	B C
a1b1c2	3,25	16	0,15	C

Elaborado: Autores

ao = muestra semiseca; destilación soxhlet y simple, a1 = maceración dos meses; destilación simple, b0 = mezcla solvente: etanol-agua; 25-75, b1 = mezcla solvente: etanol-agua; 50-50, c0 = toronjil, c1 = menta, c2 = ruda, c3= alcachofa.

Costos de producción de los extractos

Con la finalidad de obtener extractos de toronjil, menta, ruda y alcachofa se realizó un análisis económico de producción en donde se detallan los costos que implica obtenerlos, los mismos que permiten establecer un análisis para la selección del proceso que mayores beneficios aporte.

La Tabla N° 10 citada a continuación muestra el análisis completo, aplicado en cada caso, pudiendo señalar que el tratamiento más recomendable desde el punto de vista del ahorro económico es el obtenido con: menta macerada durante 2 meses, destilación simple, mezcla solvente: etanol- agua (25-75), según el cual se requiere invertir 1 dólar con 79 centavos para obtener 20 ml de extracto seguido por el obtenido con ruda macerada durante 2 meses, destilación simple, mezcla solvente: etanol- agua (25-75), según el cual se requiere invertir 1 dólar con 78 centavos por 20 ml de extracto.

Tabla N° 10.
Costos de producción estimados según cada tratamiento

Tratamiento		Costo de materia prima (\$)	Costo del equipo (\$)	Costo de insumos básicos (\$)	Costo Personal (\$)	Costo Total proceso (\$)	Volumen de extracto (ml)	Costo extracto (20 ml)	Costo envase (\$)	Costo de 20 ml extracto	30% utilidad	Precio de venta en \$ / 20 ml de extracto
a0b0C0	Toronjil semiseco, alcohol-agua (25:75), destilación soxhlet (3h:00) destilación simple (40 min).	0,711	0,088	1,26	3,75	5,809	40,67	2,86	0,16	3,02	0,91	3,92
a0b0C1	Menta semiseca, alcohol-agua (25:75), destilación soxhlet (3h:00) destilación simple (40 min).	0,572	0,088	1,26	3,75	5,670	50,33	2,25	0,16	2,41	0,72	3,14
a0b0C2	Ruda semiseca, alcohol-agua (25:75), destilación soxhlet (3h:00) destilación simple (40 min).	0,708	0,088	1,26	3,75	5,806	61,33	1,89	0,16	2,05	0,62	2,67
a0b0C3	Alcachofa semiseca, alcohol-agua (25:75), destilación soxhlet (3h:00) destilación simple (40 min).	0,601	0,088	1,26	3,75	5,699	60,67	1,88	0,16	2,04	0,61	2,65
a0b1C0	Toronjil semiseco, alcohol-agua (50:50), destilación soxhlet (3h:30) destilación simple (40 min).	0,808	0,073	1,03	3,3	5,209	40,67	2,56	0,16	2,72	0,82	3,54

a ₀ b ₁ c ₁	Menta semiseca, alcohol-agua (50:50), destilación soxhlet (3h:30) destilación simple (40 min).	0,670	0,073	1,03	3,3	5,070	50,33	2,01	0,16	2,17	0,65	2,83
a ₀ b ₁ c ₂	Ruda semiseca, alcohol-agua (50:50), destilación soxhlet (3h:30) destilación simple (40 min).	0,805	0,073	1,03	3,3	5,206	61,33	1,70	0,16	1,86	0,56	2,41
a ₀ b ₁ c ₃	Alcachofa semiseca, alcohol-agua (50:50), destilación soxhlet (3h:30) destilación simple (40 min).	0,698	0,073	1,03	3,3	5,099	60,67	1,68	0,16	1,84	0,55	2,39
a ₁ b ₀ c ₀	Toronjil, 2 meses maceración, alcohol-agua (25:75); destilación simple (1h:20)	0,347	0,0324	0,48	3,75	4,606	72,69	1,27	0,16	1,43	0,43	1,86
a ₁ b ₀ c ₁	Menta, 2 meses maceración, alcohol-agua (25:75); destilación simple (1h:20)	0,332	0,0324	0,48	3,75	4,591	75,58	1,22	0,16	1,38	0,41	1,79
a ₁ b ₀ c ₂	Ruda, 2 meses maceración, alcohol-agua (25:75); destilación simple (1h:20)	0,323	0,0324	0,48	3,75	4,582	75,57	1,21	0,16	1,37	0,41	1,78
a ₁ b ₀ c ₃	Alcachofa, 2 meses maceración, alcohol-agua (25:75);	0,331	0,0324	0,48	3,75	4,590	71,39	1,29	0,16	1,45	0,43	1,88

	destilación simple (1h:20)											
a ₁ b ₁ c ₀	Toronjil macerado, alcohol - agua (50-50),destilación simple (1h:40)	0,625	0,0234	0,33	3,75	4,730	53,26	1,78	0,16	1,94	0,58	2,52
a ₁ b ₁ c ₁	Menta macerada, alcohol - agua (50-50),destilación simple (1h:40)	0,610	0,0234	0,33	3,75	4,715	51,08	1,85	0,16	2,01	0,60	2,61
a ₁ b ₁ c ₂	Ruda macerada, alcohol - agua (50-50),destilación simple (1h:40)	0,601	0,0234	0,33	3,75	4,706	52,08	1,81	0,16	1,97	0,59	2,56
a ₁ b ₁ c ₃	Alcachofa macerada, alcohol - agua (50-50),destilación simple (1h:40)	0,609	0,0234	0,33	3,75	4,714	49,57	1,90	0,16	2,06	0,62	2,68
											TOTAL	41,22

Elaborado: Autores

Tabla Nº 11.
Rendimiento de extractos obtenidos con la utilización de planta semiseca; destilación soxhlet y simple; etanol – agua: 25 -75

*Tratamiento	Volumen de solución (ml)	Peso del dedal vacío (g)	Peso de la planta seca (gr)	Peso del dedal vacío (g)+Peso de la planta seca (gr).	Volumen de extracto soxhlet (ml)	Peso dedal+ planta seca+ solvente	Peso del solvente perdido (g) (P2-P1)	Volumen de extracto soxhlet (ml)	Volumen de extracto diluido (ml)	Volumen de solvente separado (ml)	Rendimiento del extracto diluido (%)	Rendimiento del extracto diluido, en función del peso de la
--------------	--------------------------	--------------------------	-----------------------------	---	----------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	---

						(P1)		(g). (P2)						planta seca (%)
TORONJIL	R1	a0b0c0	150	1,70	7,00	8,70	129	28,05	19,35	131	60	79	38,22	119,29
	R2	a0b0c0	150	1,66	7,00	8,66	128	29,05	20,39	130	60	78	38,22	119,86
	R3	a0b0c0	150	1,67	7,00	8,67	129	27,99	19,32	131	59	80	37,58	118,86
MENTA	R1	a0b0c1	150	1,68	7,00	8,68	130	27,62	18,94	132	70	62	44,59	13,43
	R2	a0b0c1	150	1,67	7,00	8,67	131	26,65	17,98	133	72	61	45,86	14,00
	R3	a0b0c1	150	1,66	7,00	8,66	128	29,57	20,91	130	70	60	44,59	13,00
RUDA	R1	a0b0c2	150	1,66	7,00	8,66	134	30,72	22,06	136	106	30	67,52	115,14
	R2	a0b0c2	150	1,67	7,00	8,67	134	30,77	22,10	136	108	28	68,79	115,71
	R3	a0b0c2	150	1,68	7,00	8,68	136	29,04	20,36	138	110	28	70,06	119,43
ALCACHOFA	R1	a0b0c3	150	1,67	7,00	8,67	120	39,08	29,41	122	108	14	68,79	20,14
	R2	a0b0c3	150	1,68	7,00	8,68	122	35,89	27,21	124	110	14	70,06	17,29
	R3	a0b0c3	150	1,68	7,00	8,68	120	38,52	29,84	122	110	12	70,06	26,29

* a₀ = muestra semiseca; destilación soxhlet (3h: 00) y destilación simple (40 minutos), b₀ = mezcla solvente: etanol – agua; 25% – 75%, c₁= toronjil, c₁ = menta, c₂ = ruda, c₃ = alcachofa, R1 = replica 1, R2 = replica 2, R3 = replica 3.

Tabla Nº 12.
Rendimiento de extracto obtenido con la utilización de planta semiseca; destilación soxhlet y simple; etanol – agua: 50 -50

*Tratamiento			Volumen de solución (ml)	Peso del dedal vacío (g)	Peso de la planta seca (gr)	Peso del dedal vacío (g)+Peso de la planta seca (gr). (P1)	Volumen de extracto soxhlet (ml)	Peso dedal+ planta seca+ solvente (g). (P2)	Peso del solvente perdido (g) (P2-P1)	Volumen de extracto soxhlet (ml)	Volumen de extracto final diluido (ml)	Volumen de solvente separado (ml)	Rendimiento del extracto diluido (%)	Rendimiento del extracto puro, en función del peso de la planta seca (%)
TORONJIL	R1	a0b1c0	150	1,68	7,40	9,08	126	31,44	22,36	128	40	88	25,41	4,86
	R2	a0b1c0	150	1,69	7,00	8,69	127	30,09	21,40	129	42	87	26,75	5,71
	R3	a0b1c0	150	1,68	7,00	8,68	126	31,03	22,35	128	40	88	25,48	5,00
MENTA	R1	a0b1c1	150	1,67	7,00	8,67	131	28,05	19,38	133	50	83	31,85	34,00
	R2	a0b1c1	150	1,66	7,00	8,66	130	29,08	20,42	132	50	82	31,85	34,57
	R3	a0b1c1	150	1,68	7,00	8,68	130	28,72	20,04	132	51	81	32,48	29,14
RUDA	R1	a0b1c2	150	1,68	7,00	8,68	132	25,77	17,09	134	62	72	39,49	15,57
	R2	a0b1c2	150	1,66	7,00	8,66	132	26,02	17,36	134	60	74	38,22	19,43
	R3	a0b1c2	150	1,67	7,00	8,67	130	27,72	19,05	132	62	70	39,49	15,00
ALCACHOFA	R1	a0b1c3	150	1,68	7,00	8,68	128	28,85	20,17	130	61	69	38,85	2,43
	R2	a0b1c3	150	1,67	7,00	8,67	129	27,79	19,12	131	60	71	38,22	1,71
	R3	a0b1c3	150	1,69	7,00	8,69	129	27,83	19,14	131	61	70	38,85	2,00

* a₀ = muestra semiseca; destilación soxhlet (3h: 30) y destilación simple (40 minutos), b₁ = mezcla solvente: etanol – agua; 50% – 50%, c₀= toronjil, c₁ = menta, c₂ = ruda, c₃ = alcachofa, R1 = replica 1, R2 = replica 2, R3 = replica 3.

Tabla N° 13
Rendimiento de extracto obtenido con la utilización de macerado y destilación simple; etanol – agua: 25 -75

*Tratamiento			Volumen (ml) solución (50 %: 50 % etanol)	Peso inicial de la planta (g)	Volumen del extracto macerado (ml)	Peso planta después del macerado (g)	Volumen de extracto final (ml)	Volumen de destilado (etanol+ agua) (ml)	Rendimiento del extracto diluido (%)	Rendimiento del extracto diluido, en función del peso de la planta seca (%)
TORONJIL	R1	a1b0c0	425	75	395	85,05	286	109	72,41	113,40
	R2	a1b0c0	425	75	366	109,13	266	100	72,68	145,51
	R3	a1b0c0	425	75	370	110,12	270	100	72,97	146,83
MENTA	R1	a1b0c1	425	75	389	101,06	295	94	75,84	134,75
	R2	a1b0c1	425	75	389	98,68	293	96	75,32	131,57
	R3	a1b0c1	425	75	393	99,04	297	96	75,57	132,05
RUDA	R1	a1b0c32	425	75	382	97,42	288	94	75,39	129,89
	R2	a1b0c2	425	75	376	93,99	285	91	75,80	125,32
	R3	a1b0c2	425	75	380	99,34	287	93	75,53	132,45
ALCACHOFA	R1	a1b0c3	425	75	373	92,06	268	105	71,85	122,75
	R2	a1b0c3	425	75	375	82,54	267	109	71,20	110,05
	R3	a1b0c3	425	75	374	83,01	266	108	71,12	110,68

* a₁ = maceración 2 meses (18°C); destilación simple (1h: 20 minutos), b₀ = mezcla solvente: etanol – agua: 25% – 75%, c₀= toronjil, c₁ = menta, c₂ = ruda, c₃ = alcachofa, R1 = replica 1, R2 = replica 2, R3 = replica 3.

Tabla N° 14
Rendimiento de extracto obtenido con la utilización de macerado y destilación simple; etanol – agua: 50 -50

Tratamiento			Volumen (ml) solución (50 %: 50 % etanol)	Peso inicial de la planta (g)	Volumen del extracto macerado (ml)	Peso planta después del macerado (g)	Volumen de extracto final (ml)	Volumen de destilado (etanol+ agua) (ml)	Rendimiento del extracto diluido (%)	Rendimiento del extracto diluido, en función del peso de la planta seca (%)
TORONJIL	R1	a1b1c0	425	75	394	88,35	210	184	53,30	117,8
	R2	a1b1c0	425	75	389	92,4	208	193	53,47	123,2
	R3	a1b1c0	425	75	398	81,12	211	190	53,02	108,2
MENTA	R1	a1b1c1	425	75	280	95,40	143	135	51,07	127,2
	R2	a1b1c1	425	75	274	97,6	140	134	51,09	130,1
	R3	a1b1c1	425	75	282	94,31	144	139	51,06	125,7
RUDA	R1	a1b1c2	425	75	374	95,44	196	176	52,41	127,3
	R2	a1b1c2	425	75	380	92,40	197	185	51,84	123,2
	R3	a1b1c2	425	75	377	94,37	196	187	51,99	125,8
ALCACHOFA	R1	a1b1c3	425	75	383	101,97	190	193	49,61	136,0
	R2	a1b1c3	425	75	386	89,55	192	194	49,74	119,4
	R3	a1b1c3	425	75	385	88,76	190	194	49,35	118,3

* a₁ = maceración 2 meses (18°C); destilación simple (1h: 20 minutos), b₁ = mezcla solvente: etanol – agua: 50% – 50%, c₀= toronjil, c₁ = menta, c₂ = ruda, c₃ = alcachofa, R1 = replica 1, R2 = replica 2, R3 = replica .

CONCLUSIONES

- La obtención de extractos vegetales permitirá aprovechar las propiedades del toronjil, menta, ruda y alcachofa; metodología que las familias de la asociación Flor del campo y Mushukwiñary de Pasa podrían aplicar con la finalidad de disponer de otra alternativa para comercializar sus plantas medicinales y disponer de una nueva fuente de ingresos que contribuirían con su situación económica.
- Se determinó que el costo más bajo en producción de extractos, se obtiene al aplicar un proceso de: macerado 2 meses, con destilación simple a 75 ° C , concentración de solvente etanol- agua: 50 -50, ruda; seguido por el proceso de macerado 2 meses, con destilación simple a 75 ° C, concentración de solvente etanol- agua: 25 -75, menta; lo cual puede deberse a que para el proceso de macerado la planta no debe pasar por un previo proceso de secado y tampoco es necesario aplicar un doble proceso de destilación.
- La difusión de una metodología adecuada que permita aprovechar las plantas medicinales obteniendo un extracto de bajo costo, de buen rendimiento y aceptable puede promover el desarrollo de las familias de la asociación Flor de Campo y Mushukwiñary de Pasa, considerando el alto valor comercial de extractos en la actualidad y que las asociaciones dispondrán de una nueva alternativa de comercialización de plantas medicinales.

BIBLIOGRAFIA

- Acosta Solís, Misael. (1992). Vademécum de Plantas medicinales del Ecuador. FESO. Ecuador.
- Aradgavay, Sandra (2009). ELABORACION Y CONTROL DE CALIDAD DE TINTURAS Y GEL CICATRIZANTE Y ANTIINFLAMATORIO A BASE DE CHILCA (*Baccharis latifolia*) Y HIERBAMORA (*Solanum nigrum*). Tesis de grado previa la obtención del título de Bioquímico farmacéutico. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba, Ecuador.
- Bravo, L., (1998). "Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional Significance", *Nutrition Reviews*, 56 (11), 317
- Camacho Danny, Sandra (2011). DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA DEL SHAMPOO CON EXTRACTO DE *Sambucus nigra* L. *Franseria artemisioides* W, y *Tagetes zipaquirensis* H en *Ctenocephalides canis*. Tesis de grado previa la obtención del título de Bioquímico Farmacéutico. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba, Ecuador.
- Cerpa, M. G., (2007). Hidrodestilación de Aceites Esenciales: Modelado y Caracterización". Tesis Doctoral, Univ. Valladolid (UVa). 250 pp.
- Cruz, Paulina, (2009). ELABORACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DEL GEL ANTIMICÓTICO DE MANZANILLA (*Matricaria chamomilla*), MATICO (*Aristrigitia glutinosa*) Y MARCO (*Ambrosia arborescens*) PARA NEO-FARMACO. Tesis de Grado previa la obtención del título de Bioquímico Farmacéutico. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba, Ecuador.

- Cubides, A. y Gonzales, E., (2002), Farmacognosia, Editorial UNAD (Universidad nacional Abierta y a Distancia), Bogotá, DC., Colombia.
- De la Torre L, Alarcón D, Kvist P y Salazar J. (2008). Usos medicinales de las plantas. Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador. Quito.
- Delano, Guillermo. (2000). Cultivo de Plantas Medicinales como alternativa para el Secano de la Sexta Región. Centro de Investigación la Platina. 88 pp.
- Domínguez Xorge A. (1992). Química Orgánica experimental. Editorial Limusa. México.
- Gonzales, Ángela (2004). OBTENCIÓN DE ACEITES ESENCIALES Y EXTRACTOS ETANOLICOS DE PLANTAS DEL AMAZONAS". Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. Departamento de Ingeniería Química. Manizales, Ecuador.
- Jacobsen E., Mujica A., & Ortiz R., (2003). La importancia de los cultivos andinos, Lima Perú, 21.
- Kuklinski, K., (2003), "Farmacognosia", Editorial OMEGA S.A., Barcelona, España, pp. 32-39.
- La penna E, Medina G, Diaz L, Aguillon K y Marín h, (2003). Actividad bactericida y fungicida de algunas plantas utilizadas en la medicina tradicional venezolana. Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel, 34 (1).6
- Martínez S, Gonzales J, Culebras J & Tuñón M. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. Departamento de Fisiología, Universidad de León y *Hospital de León. España.
- McCabe Warren, (1998). Operaciones Unitarias en Ingeniería Química. Cuarta Edición. McGraw-Hill. 1122pp.
- Naveda, Gabriela., (2011). ESTABLECIMIENTO DE UN PROCESO DE OBTENCIÓN DE EXTRACTO DE RUDA (Ruta graveolens), CON ALTO CONTENIDO DE POLIFENOLES. Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial. Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustrial. Quito, Ecuador.
- Ortuño. Manuel. (2006). Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes. AIYANA, España. 241 pp.
- Palomino, O. (2001). Métodos analíticos para la identificación de Plantas Medicinales. Apuntes del Curso de la Asociación Española de Farmacéuticos de la Industria (AEFI).
- Proyecto CORPEI – CBI. (2003). Perfil de productos Hierbas Aromáticas Expansión de la Oferta Exportable del Ecuador. Ecuador.
- Ramírez R. Jorge E., Largo B. Luz Adriana. (1995). Estudio y extracción de un aceite esencial a partir de la manzanilla. Tesis. Universidad Nacional de Colombia. 260 pp.
- Salazar Nelson, (2008). Extracción por Arrastre de Vapor, Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias y Tecnología. Procesos industriales. Bolivia.

- Sinchiguano, Freddy. (2007). Proyecto de Factibilidad para la Producción Local y Comercialización de Plantas Aromáticas Deshidratadas para Exportación. Escuela Superior Politécnica del Ejército. Latacunga. 165 pp.
- Taiz, L. y Zeiger, E., (2006), "Plant Physiology", 4ta. edición, Editorial SINAUER Associates Inc., Sunderland, Estados Unidos, pp. 322-329.
- Ventura, O. (2010). Las plantas aromáticas y medicinales. Una alternativa para los ecosistemas de las montañas de Perú. Centro de estudio para el desarrollo y la participación CEDEP, Lima, Perú.
- Villacrés, V., Urgilés, R., Tafur, V. y Suárez M., (1995), Bioactividad de Plantas Amazónicas, Organización de Estados Americanos, Universidad Central del Ecuador, Ediciones ABYA-YALA, Cayambe, Ecuador, 167pp.
- Zitlalpopoca Ángel, (2008). Destilación Simple. Universidad Iberoamericana. Laboratorio de procesos de separación. México. 20 pp.
- Zuluaga Germán. (1994). Plantas Medicinales. Ecología y Economía. Fundación Herencia Verde. Instituto Colombiano de Cultura Hispánica, Documento en publicación. 12 pp.