UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

MAESTRÍA EN CIENCIAS FARMACÉUTICAS

TESIS

CURCUMINA:

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE SECADO Y EXTRACCIÓN DE CURCUMINA DE RIZOMAS FRESCOS DE CURCUMA LONGA L.

EMILIO FERNANDO BENÍTEZ PENAYO

Tutor: Prof. Dra. GLADYS LUGO

Prof. Dr. SANTIAGO PALMA

San Lorenzo – Paraguay

Octubre – 2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

MAESTRÍA EN CIENCIAS FARMACÉUTICAS

CURCUMINA:

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE SECADO Y EXTRACCIÓN DE CURCUMINA DE RIZOMAS FRESCOS DE CURCUMA LONGA L.

Tesis presentada por el Químico Farmacéutico Emilio Fernando Benítez Penayo a la Coordinación de Postgrado, para optar por el título de Máster en Ciencias Farmacéuticas

Ciudad Universitaria, San Lorenzo

PARAGUAY

OCTUBRE 2021

Benítez Penayo, Emilio Fernando.

Curcumina: optimización del proceso de secado y extracción de curcumina de rizomas frescos de Curcuma longa L. / Emilio Fernando Benítez Penayo. - - San Lorenzo : El Autor, 2021.

IX, 27 p.: fig.; 30 cm.

Tesis presentada a la Coordinación de Postgrado de la facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del título de Máster en Ciencias Farmacéuticas

1. CÚRCUMA. 2. CURCUMINA. 3. SECADO. 4. NANOPARTÍCULAS. I. Título.

CDD: 581.634

B467c

Prof. Dra. Gladys Lugo, de la Facultad de Ciencias Químicas

TUTOR/A DE LA PRESENTE TESIS

Autoriza: La presentación del trabajo titulado “CURCUMINA: OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE SECADO Y EXTRACCIÓN DE CURCUMINA DE RIZOMAS FRESCOS DE CURCUMA LONGA L.”.

Dado que el mismo reúne la calidad y cantidad de trabajo necesario para constituir la TESIS DE MAESTRÍA que el/la QF. Emilio Fernando Benítez Penayo presenta para aspirar al grado de Máster en Ciencias Farmacéuticas.

San Lorenzo, 13 de octubre de 2021

_____

Prof. Dra. Gladys Lugo

Facultad de Ciencias Químicas – UNA

Aprobado en fecha 13 de octubre de 2021

Tribunal examinador

Prof. Dr. Nelson Luis Alvarenga Sosa

Facultad de Ciencias Químicas – Universidad Nacional de Asunción

Prof. Dra. María Fátima Yubero de Servián

Facultad de Ciencias Químicas – Universidad Nacional de Asunción

Prof. Dra. Lourdes Raquel Samaniego Silva

Facultad de Ciencias Químicas – Universidad Nacional de Asunción

Prof. Dr. Julio César Masaru Iehisa Ouchi

Facultad de Ciencias Químicas – Universidad Nacional de Asunción

DEDICATORIA

A Dios por darme la confianza para afrontar todos los desafíos y darme la fuerza para seguir adelante.

A mis padres, Martha y Fernando por el apoyo incondicional de siempre y por ser ejemplos de perseverancia.

A mis hermanos, por acompañarme y por brindarme de su tiempo en los momentos que más necesitaba.

AGRADECIMIENTOS

Al CONACYT y a la FCQ-UNA por la oportunidad para cursar la Maestría en Ciencias Farmacéuticas.

A la Coordinadora de la Maestría en Ciencias Farmacéuticas, Prof. Dra. Yenny González, por el acompañamiento y la comprensión durante toda la maestría.

A mis tutores, Profesora Dra. Gladys Lugo y Profesor Dr. Santiago Palma por el apoyo y los conocimientos brindados.

A mis asesores del Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas CEMIT-UNA, Dr. Héctor Nakayama y Dra. Juliana Moura por los consejos y las orientaciones durante el desarrollo de la tesis.

A mis compañeros del Laboratorio de Medicamentos del Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas CEMIT-UNA por las palabras de aliento y apoyo durante la realización de la tesis.

A mis compañeros de la Maestría en Ciencias Farmacéuticas por compartir sus conocimientos y experiencias.

INDICE

Contenido

RESUMEN viii

ABSTRACT ix

1. INTRODUCCIÓN x

2. JUSTIFICACIÓN xiii

3. OBJETIVO GENERAL xiv

3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS xiv

4. MATERIALES Y MÉTODOS xv

5. RESULTADOS xx

6. DISCUSIÓN xxiv

7. CONCLUSIÓN xxv

8. BIBLIOGRAFÍA xxvii

9. ANEXOS xxxi

CURCUMINA: OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE SECADO Y EXTRACCIÓN DE CURCUMINA DE RIZOMAS FRESCOS DE CURCUMA LONGA L.

Alumno: Emilio Fernando Benítez Penayo[1]

Tutores: Dra. Gladys Lugo[2] y Dr. Santiago Palma[3]

1 y 2. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción

3. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

RESUMEN

La *Curcuma longa L*., perteneciente a la familia Zingiberaceae, es utilizada como colorante alimenticio, y como un agente terapéutico en la prevención de diversas enfermedades. La cúrcuma contiene curcuminoides siendo el compuesto más importante la curcumina, un compuesto polifenólico que le otorga la pigmentación amarilla característica al rizoma, y al que se le atribuyen las propiedades como antioxidante, antiinflamatorio, antirreumático, antimicrobiano y antifúngico. Este trabajo tuvo por objetivo determinar las condiciones óptimas de secado de los rizomas de *C. longa* para la obtención de curcumina. Los rizomas fueron adquiridos de un mercado local y se contrastó contra un estándar secundario de curcumina; se emplearon tres solventes: agua, etanol y etanol:agua (1:1) y se probaron tres temperaturas: 55 °C, 65 °C y 75 °C. Como resultado se ha visto que el proceso de secado de los rizomas de cúrcuma es más efectivo al ser realizado bajo condiciones controladas de temperatura y humedad, siendo el rango de temperatura óptimo para el secado en estufa entre los 65° y 75°C lo que representa un tiempo de secado aceptable de 48 horas. La extracción asistida con ultrasonido utilizando como solvente etanol o una mezcla etanol:agua (1:1) es óptima para la obtención de un extracto que pueda ser utilizado como punto de partida para la obtención de nanopartículas de curcumina como también así formar parte de formulaciones como extracto alcohólico o hidroalcohólico.

Palabras claves: cúrcuma, curcumina, secado, extracción, nanopartículas.

CURCUMINA: OPTIMIZATION OF THE PROCESS OF DRYING AND EXTRACTION OF CURCUMINA FROM FRESH RHIZOMES OF CURCUMA LONGA L.

Alumno: Emilio Fernando Benítez Penayo[1]

Tutores: Dra. Gladys Lugo[2] y Dr. Santiago Palma[3]

1 y 2. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción

3. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

ABSTRACT

Curcuma longa L., belonging to the Zingiberaceae family, is used as a food coloring, and as a therapeutic agent in the prevention of various diseases. Turmeric contains curcuminoids, the most important compound being curcumin, a polyphenolic compound that gives the rhizome the characteristic yellow pigmentation, and to which the properties as antioxidant, anti-inflammatory, antirheumatic, antimicrobial and antifungal are attributed. The drying process of turmeric rhizomes is more effective when carried out under controlled conditions of temperature and humidity, the optimum temperature range for drying in an oven being between 65 ° and 75 ° C, which represents an acceptable drying time 48 hours. Ultrasound-assisted extraction using ethanol or an ethanol: water (1: 1) mixture as solvent is optimal for obtaining an extract that can be used as a starting point for obtaining curcumin nanoparticles as well as forming part of formulations. as an alcoholic or hydroalcoholic extract.

Keywords: turmeric, curcumin, dried, extraction, nanoparticles.

1. INTRODUCCIÓN

La cúrcuma (*Curcuma longa* L.) es una planta de la Familia Zingiberaceae originaria del sudeste asiático(1) más concretamente la India y zona mediridonal de Vietnam(2) y es utilizada en la medicina tradicional en India, Pakistán y Bangladesh (3,4).

Se trata de una planta herbácea perenne con raíces o tubérculos oblongo-palmeados, arrugados en el exterior, marrones por fuera y de un color naranja profundo en el interior. Mide alrededor de unos dos metros de alto, presenta hojas largas, lanceoladas y pecioladas de un color verde uniforme. La planta se reproduce vegetativamente por esquejes a partir del rizoma(1,5). Los rizomas son muy aromáticos, con olor a almizcle y un sabor picante y amargo(6).

Se trata de una planta tropical, que crece en zonas cálido-húmedas con una alta pluviosidad. Necesita temperaturas de entre 20 y 30 °C y una considerable pluviosidad para prosperar, sobre todo para los siete a diez meses de cultivo. Necesita altos niveles de luz para crecer, por lo que se encuentra en campos abiertos. Crece mejor en suelos francos, fértiles y bien drenados con pH ligeramente ácido (pH 5 a 6)(1).

El rizoma de color anaranjado de la planta es utilizado en el mercado o la industria. La cúrcuma es y ha sido utilizada en gastronomía en la industria alimentaria como colorante(7), en medicina, cosmética natural(1,8).

La cúrcuma se utiliza como agente saborizante y colorante alimenticio de color anaranjado siendo el responsable de éste la curcumina(9), compuesto fenólico que sirve para aromatizar y dar color a diversos alimentos(10). De ahí que este rizoma es conocido mundialmente como especia aromática, utilizada en la gastronomía asiática para dar color y sabor picante a los platos(1).

Existen distintas preparaciones de esta planta medicinal, ya que puede tomarse el rizoma en polvo o triturado en infusión, para su uso externo se realizan tinturas utilizando como disolvente etanol al 70%, o pueden realizarse extractos secos extraídos con etanol al 96%. Los responsables de la bioactividad de la cúrcuma son los curcuminoides, que comprenden entre el 2% y el 9% de la planta, y donde la curcumina

es el más importante, ya que es el compuesto fenólico al que se le atribuye las propiedades medicinales de la cúrcuma(1).

La curcumina es sensible al calor y a la luz, donde la luz solar directa afecta significativamente la concentración de curcumina seguida de la temperatura de secado y luego la duración del secado(10).

El secado de los rizomas se efectúa para eliminar la humedad, donde la cúrcuma cruda contiene entre un 80 a 90% de humedad, que luego del proceso de secado desciende entre un 5% al 12%(1,2) para evitar el deterioro de las muestras(11). Cada tecnología de secado tiene una influencia sobre el rendimiento térmico del secado(12).

Con el secado con flujo transversal con una temperatura máxima de 60 °C se obtiene un mejor producto en comparación con el secado al sol(2). Se utiliza el horno de convección a escala de laboratorio para reducir el contenido de humedad de los rizomas a temperaturas de 60°C, 70°C, 80°C y 90°C, donde los rizomas se extienden uniformemente en la bandeja del horno para luego verificar la pérdida de humedad(10).

Luego de 12 horas de secado en un secador solar, los rizomas pierden un porcentaje de 78,65% del peso inicial(13).

Un correcto proceso de secado es importante para evitar la proliferación de microorganismos, evitar cambios de color y/o ennegrecimiento, lograr un producto homogéneo, de buen color la conservación de las esencias y sustancias antioxidantes(14).

El uso de calor no es recomendable en componentes de origen natural debido a su inestabilidad térmica y se observa un incremento de la eficiencia en la extracción usando Baño de Ultrasonido(15) o realizando agitación durante 12 horas(16).

El problema que posee la curcumina es su baja biodisponibilidad, debido a que es insoluble en agua pero soluble en etanol, ácido acético(1) y en aceite, lo cual puede ser aprovechado mediante la incorporación a una serie de sistemas micelares(12). Debido a su mala absorción, cualquier potencial terapéutico debe ser considerado para utilizar la vía oral(17).

Estos productos tienden a tener una vida útil más larga, ya que durante el almacenamiento, durante el cual el producto permanece en reposo, presenta una viscosidad(18–21) constante, lo que dificulta la separación de los constituyentes de la formulación(22).

El interés por las nanosuspensiones por parte de la industria farmacéutica está aumentando debido a varias productos actualmente en el mercado de medicamentos poco solubles(23).Los usos terapéuticos de la nanotecnología suelen implicar la administración de fármacos de molécula pequeña, péptidos, proteínas y ácidos nucleicos(24). Las actividades farmacológicas, antioxidantes, antiinflamatorias y anticancerígena pueden ser mejoradas mediante la nanotecnología. La acción antioxidante de la curcumina es utilizada en la industria cosmética como retardante del envejecimiento(5).

La búsqueda de nuevos agentes antibacterianos y la posibilidad de emplear la curcumina como bactericida natural, varios estudios de investigación concluyen que existe actividad antibacteriana in vitro frente a *Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus* y *Bacillus subtilis* siendo más promisorio frente a *Staphylococcus aureus* y *Bacillus subtilis*(4,25,26).

El método de secado mecánico, que fue de 36 horas para aproximadamente un 90% de pérdida de humedad en comparación con el secado al sol y a la sombra, donde el tiempo fue de 8 días y 10 días. respectivamente para perder alrededor del 90% de humedad(27).

Para la extracción de la curcumina utilizando etanol como solvente, la relación peso de muestra/volumen de solvente varía entre 1/10 y 1/100(28). Si los rizomas de cúrcuma se hierven previamente al proceso de secado y extracción, se obtienen mayores rendimientos con relación al aceite esencial, oleorresinas y curcumina(29).

La caracterización fitoquímica del polvo del rizoma se realiza empleando métodos cromatográficos en capa fina comparando con una solución estándar de curcumina con el fin de identificar el metabolito secundario presente(30).

2. JUSTIFICACIÓN

Considerando el incremento del uso de la curcumina debido a sus beneficios para la prevención de diversas enfermedades es necesaria la optimización de los recursos con los que se cuentan en el país para la utilización de los rizomas frescos como materia prima para el secado en estufa y la posterior extracción de la curcumina mediante solventes de las muestras pulverizadas, se requiere de una técnica más eficiente con relación a un menor tiempo de secado, mayor rendimiento en la extracción de la curcumina y la cantidad de muestras a ser utilizadas como materia prima para la elaboración de extractos etanólicos o hidroalcohólicos que luego serán empleados en la preparación de nanoemulsiones o como componentes de hidrogeles. En el mercado nacional, el empleo de la nanotecnología como método en el desarrollo de formulaciones innovadoras en formas farmacéuticas tradicionales, como las cremas o los hidrogeles, aun es incipiente.

3. OBJETIVO GENERAL

- Optimización del método de secado por estufa de los rizomas frescos de *Curcuma longa* L. y de la extracción de curcumina por solventes.

3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la temperatura óptima de secado por estufa de los rizomas frescos de *Curcuma longa* L.
- Determinar el tiempo óptimo de secado por estufa de los rizomas frescos de *Curcuma longa* L.
- Evaluar la presencia y cantidad de curcumina en los rizomas comercializados en el mercado de San Lorenzo.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 MATERIALES

- Estufa calibrada y con mapeo térmico vigente.
- Balanza analítica calibrada.
- Termohigrómetro calibrado.
- Placas cromatográficas.
- Lámpara UV.
- Espectrofotómetro UV-VIS.
- Baño de ultrasonido.
- Karl Fischer.
- Placa calefactora.

4.2 REACTIVOS

- Alcohol etílico p.a.
- Agua destilada
- Metanol
- Diclorometano
- Solvente Karl Fischer.
- Metanol – Piridina
- Vainillina.
- Ácido sulfúrico.

4.3 MATERIAS PRIMAS

Las muestras de rizomas de *Curcuma longa L.* fueron adquiridos de forma comercial del mercado de San Lorenzo, Paraguay.

4.4 SUSTANCIAS DE REFERENCIA

El estándar de Curcumina de la marca Sigma-Aldrich fue adquirido comercialmente de la empresa Vicente Scavone & Cía SAE.

4.5 MÉTODO DE SECADO EN ESTUFA

Los rizomas de cúrcuma fueron procesados en el laboratorio de control de calidad de medicamento, CEMIT -UNA.

Para el proceso de secado se seleccionaron los rizomas de cúrcuma y por cada condición de temperatura se pesaron aproximadamente 100 gramos de rizomas **(Fig. 1.A)** por duplicado y se secaron en las siguientes condiciones en la estufa **(Fig. 1.B)** en el laboratorio a temperatura y humedad controlada hasta obtener una pérdida del 75 % del peso inicial.

Tratamiento	**X1:** **Temperatura (º C)**	**X2:** **Tiempo (horas)**	**X2:** **Tiempo (horas)**
1	55	24	48
2	65	24	48
3	75	24	48
4	Ambiente	24	48

Se procedió al secado en las tres condiciones de temperatura, 55° C, 65° C y 75° C en la estufa Quimis inicialmente durante 24 horas, para luego proceder a la determinación del peso **(Fig. 1.C)**, que al no obtenerse una pérdida de peso de aproximadamente del 75% en ninguna de las tres condiciones se extendió el tiempo de secado por otras 24 horas. Finalizado este tiempo se alcanzó dicho porcentaje **(Fig. 1.D)** con las temperaturas de 65° C y 75° C.

Luego se procedió a la pulverización de las muestras **(Fig. 2.A)** y el polvo obtenido fue conservado en recipientes bien cerrados. Las muestras una vez pulverizadas fueron sometidas a la determinación de humedad por el método de Karl Fischer **(Fig. 2.B)**.

Con las condiciones de secado a 55° C y a temperatura ambiente en las 48 horas los rizomas no alcanzaron la pérdida de peso del 75%, por lo que estas temperaturas de secado fueron descartadas.

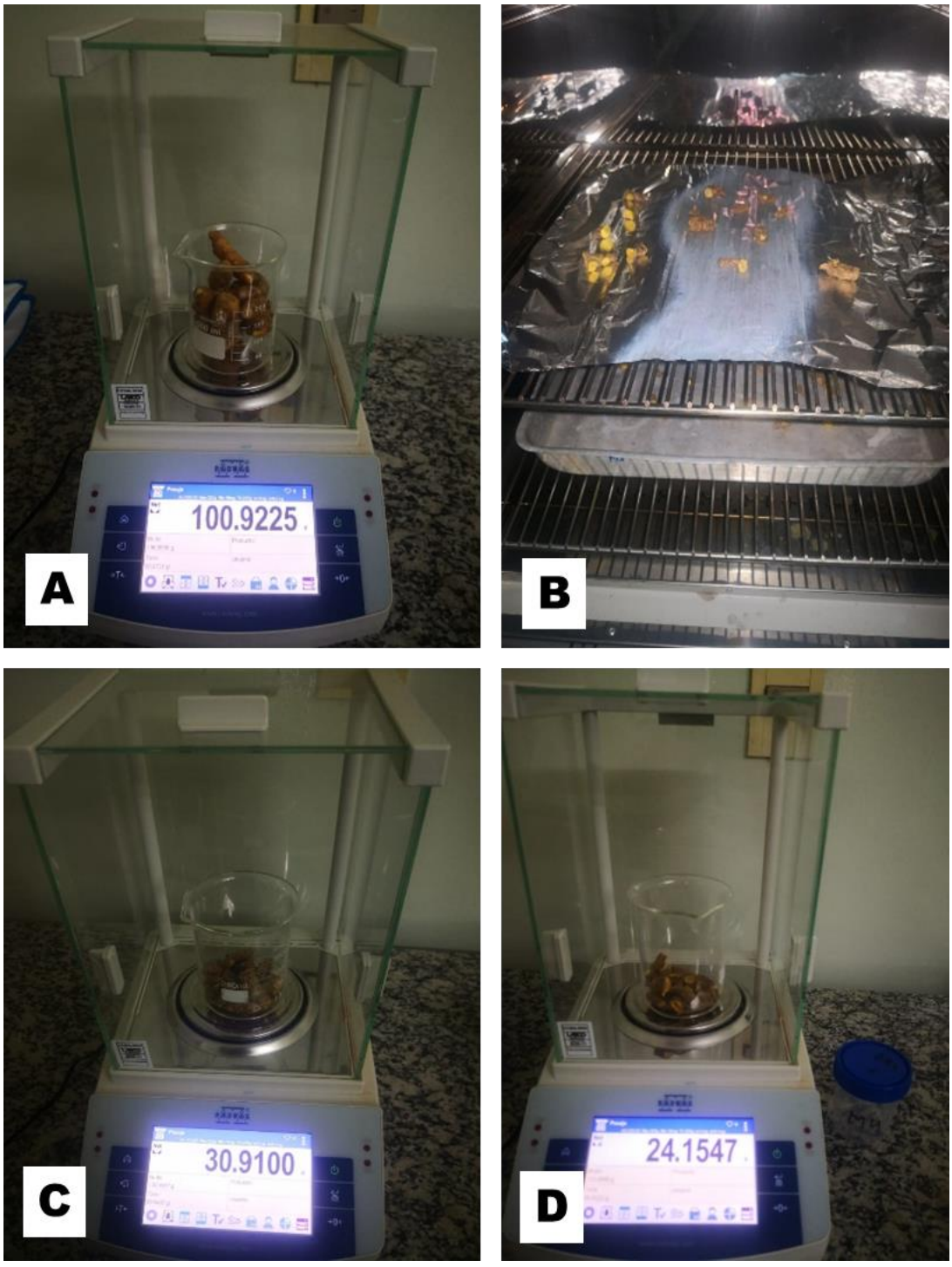


Fig. 1. A. Peso de rizomas frescos de cúrcuma. **B.** Secado de los rizomas de cúrcuma. **C.** Peso de rizomas de cúrcuma – Secado 24 horas. **D.** Peso de rizomas de cúrcuma – Secado 48 horas

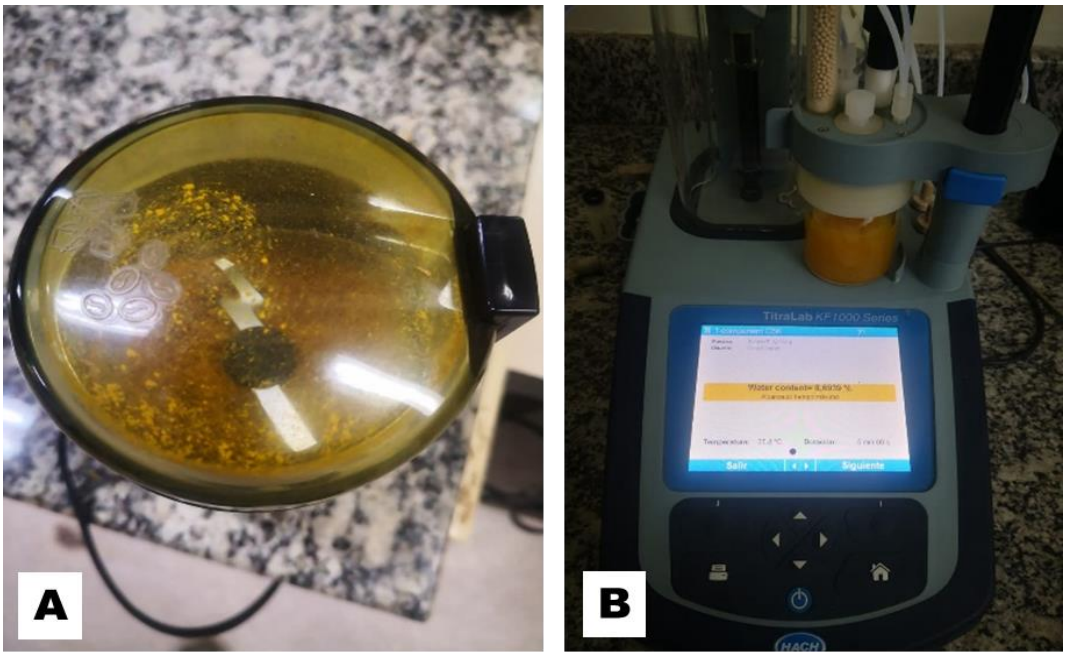


Fig. 2. A. Pulverización de los rizomas de cúrcuma secos. **B**. Determinación del Porcentaje de Humedad por el Método de Karl Fischer

4.6 MÉTODO DE EXTRACCIÓN POR SOLVENTES.

Se utilizaron tres tipos de solventes para cada muestra; agua, agua:etanol (1:1) y etanol para la extracción de la curcumina.

Se pesaron aproximadamente 2,5 gramos en matraces de 50 mL **(Fig. 3.A)** por triplicado para cada tipo de solvente. Todas las muestras fueron sonicadas en el baño de ultrasonido durante 30 minutos **(Fig. 3.B)** para luego enrasar a volumen con los solventes correspondientes, luego se procedió al filtrado de las muestras mediante el uso de una bomba de vacío para separar los sólidos que se encontraban en suspensión. Del filtrado se tomaron alícuotas de 1 ml de cada una de las muestras para realizar una dilución final de 25 ml con los solventes correspondientes.

4.7 ESPECTROSCOPÍA UV-VIS

- Celdas de cuarzo 1 cm
- Ordenada: Absorbancia.
- Rango de barrido: 200-600 nm

Además de las muestras, se prepararon soluciones estándares de curcumina **(Fig. 3.C)** utilizando los tres tipos de solventes para proceder a la lectura en el espectrofotómetro

UV-VIS. Tanto las soluciones estándares de curcumina como las muestras se sometieron lecturas por triplicado.

Fig. 3. A. Pesada de muestra de cúrcuma pulverizada. **B.** Extracción de curcumina asistida por sonicación. **C.** Estándar de curcumina.

4.8 CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA

Se utilizaron placas de Silica gel como fase estacionaria y una mezcla de Diclorometano:Metanol (97:3) como fase móvil. Se realizaron siembras de las muestras sometidas a 65°C y 75°C, como también así la solución estándar con los solventes etanol y etanol:agua (1:1) por separado.

Como método de revelado de las placas cromatográficas se utilizaron dos soluciones; la solución de ácido sulfúrico en etanol al 5% y la solución etanólica de vainillina al 1%, se rociaron las placas con ambas soluciones y se procedió al calentamiento sobre una placa calefactora a 110°C durante 10 minutos.

4.9 VARIABLES

4.9.1 VARIABLES INDEPENDIENTES

- Temperatura de secado

- Tiempo de secado

4.9.2 VARIABLES DEPENDIENTES

- Peso de los rizomas

- Caracteres organolépticos (color, olor, sabor)

5. RESULTADOS

Como resultado de este trabajo, se presenta la **Tabla 1,** en donde se indican las cuatro condiciones con el correspondiente porcentaje de humedad perdida a las 24 horas y en la **Tabla 2**, se indica los mismos datos, pero a las 48 horas.

Tabla 1. Humedad perdida en las tres condiciones, a las 24 horas

Muestra	Temperatura (°C)	Peso Inicial (gramos)	Tiempo (horas)	Peso 2 (gramos)	% Peso perdido
1	75	100,9225	24	30,9100	69,4
2	75	101,1016	24	28,5046	71,8
3	65	102,5284	24	34,5309	66,3
4	65	102,5036	24	35,0333	65,8
5	55	100,6800	24	51,3487	49,0
6	55	103,2396	24	56,2717	45,5
7	Ambiente	100,5228	24	97,2325	3,3

Tabla 2. Humedad perdida en las tres condiciones, a las 48 horas

Muestra	Temperatura (°C)	Peso Inicial (gramos)	Tiempo (horas)	Peso 3 (gramos)	% Peso perdido
1	75	100,9225	48	24,1547	76,1
2	75	101,1016	48	25,5911	74,7
3	65	102,5284	48	25,9860	74,7
4	65	102,5036	48	26,1759	74,5
5	55	100,6800	48	51,3487	49,0
6	55	103,2396	48	56,2717	45,5
7	Ambiente	100,5228	48	92,6843	7,8

Se observa en la **Tabla 1**, que los porcentajes de humedad perdida no llegan al 75%, condición considerada indispensable para la extracción de curcumina, por lo que se continuó el secado hasta 48 horas, en la **Tabla 2**, se indican los resultados, apreciándose que se ha alcanzado el porcentaje de pérdida del peso estimado para las condiciones de secado a 65 °C y 75 °C. Las muestras una vez pulverizadas fueron sometidas a la determinación de humedad por el método de Karl Fischer, arrojando un valor del 8.6939 %.

En el proceso de secado con las condiciones de temperatura de 65° C y 75 °C se obtuvieron muestras con una pérdida de peso de hasta el 76,1% con un tiempo de secado de 48 horas, sin embargo, las muestras sometidas a 55 °C durante 48 horas en la estufa no fueron suficientes para alcanzar una pérdida de peso similar a las otras dos condiciones, por lo que dichas muestras fueron excluidas para continuar con los ensayos al igual que la muestra a expuesta a temperatura ambiente.

Tanto el secado a temperatura ambiente, como la temperatura a 55°C no son óptimos para el secado de los rizomas ya que el tiempo de secado y las condiciones no son las favorables para un proceso de secado.

En la **Tabla 3** se indican los valores de absorbancia de curcumina obtenido en cada condición.

Tabla 3. Absorbancia de curcumina para cada condición.

Temperatura de secado	Solvente	Muestra	Peso (g)	Absorbancia	Longitud de onda (nm)	mg de curcuminoides por 100 gramos de muestra seca
75 °C	**ETANOL:AGUA**	1-C	2,5035	1,312	424	0,3978
				1,333	424	0,4042
				1,324	424	0,4015
		2-C	2,5075	1,302	424	0,3942
				1,317	424	0,3987
				1,314	424	0,3978
		3-C	2,5005	1,271	424	0,3859
				1,271	424	0,3859
				1,272	424	0,3862
65 °C	**ETANOL:AGUA**	4-C	2,503	1,599	424	0,4854
				1,608	424	0,4877
				1,611	424	0,4886
		5-C	2,5022	1,455	424	0,4413
				1,455	424	0,4414
				1,459	424	0,4426
		6-C	2,5015	1,636	424	0,4963
				1,639	424	0,4974
				1,640	424	0,4977
75 °C	**ETANOL**	1-B	2,5010	1,341	424	439,6
				1,305	424	427,8
				1,306	424	428,1

		2-B	2,5007	1,476	424	483,9
				1,472	424	482,6
				1,469	424	481,6
		3-B	2,5393	1,457	424	470,4
				1,445	424	466,5
				1,443	424	465,9
65 °C	**ETANOL**	4-B	2,5045	1,904	424	623,3
				1,934	424	633,1
				1,935	424	633,4
		5-B	2,5079	1,817	424	594,0
				1,819	424	594,6
				1,815	424	593,3
		6-B	2,503	1,854	424	607,3
				1,856	424	607,9
				1,858	424	608,6
	ETANOL	ESTÁNDAR	5,1 mg	1,341	424	------
				1,305	424	------
				1,306	424	------
	ETANOL:AGUA	ESTÁNDAR	5,4 mg	1,415	424	------
				1.428	424	------
				1.425	424	------

Las soluciones de las muestras extraídas con etanol **(Fig. 4.A)** o etanol:agua, absorbieron a una longitud de onda de 424 nm al igual que la solución de estándar secundario **(Fig. 4.B)**, mientras que con el estándar y las muestras cuyo solvente era Agua no se observaron valores de absorbancia a la longitud de 424 nm.

Al utilizar agua como solvente se verifica la poca solubilidad del polvo, lo que se observa en la suspensión que no contaba con el color característico de la curcumina, mientras que al realizar las extracciones con etanol o con la mezcla etanol:agua (1:1) las soluciones presentaron esa tonalidad característica.

En las figuras **5.A** y **5.B** se observan que las soluciones extraídas con Etanol y Etanol:Agua fueron sembradas en dos placas diferentes junto con el estándar correspondiente, y ambas se observan que las relaciones de frente son similares tanto para las muestras como para el estándar.

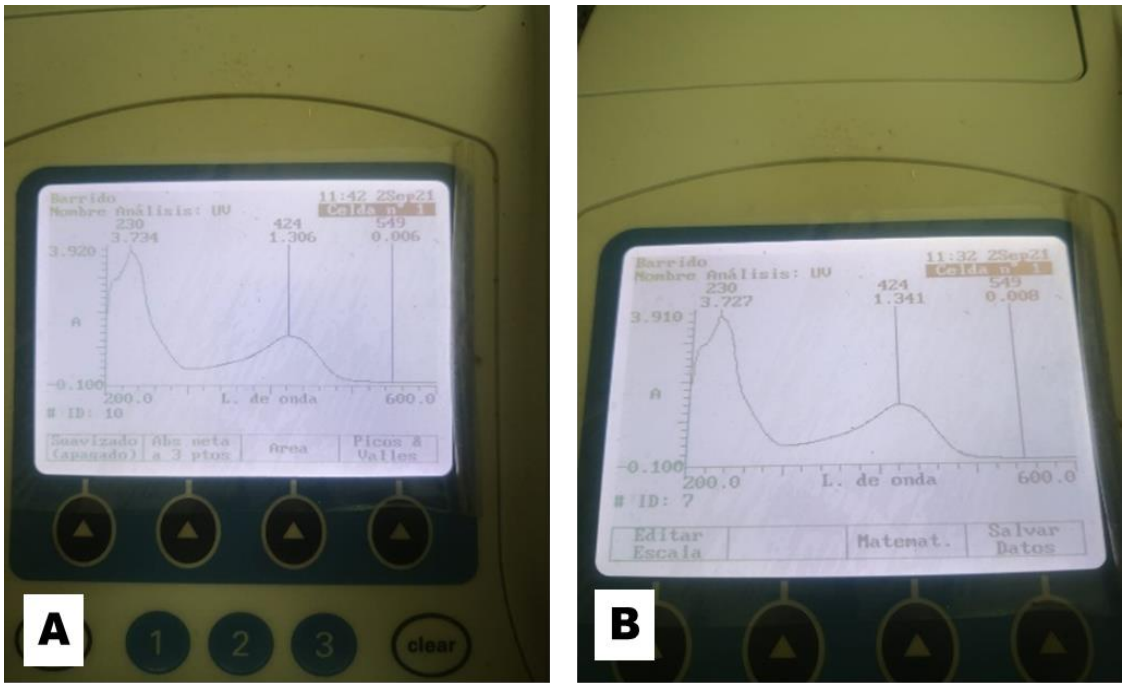


Fig. 4. A. Espectroscopia UV-VIS – Solución etanólica de muestra de cúrcuma. **B.** Espectroscopia UV-VIS – Solución estándar de curcumina.

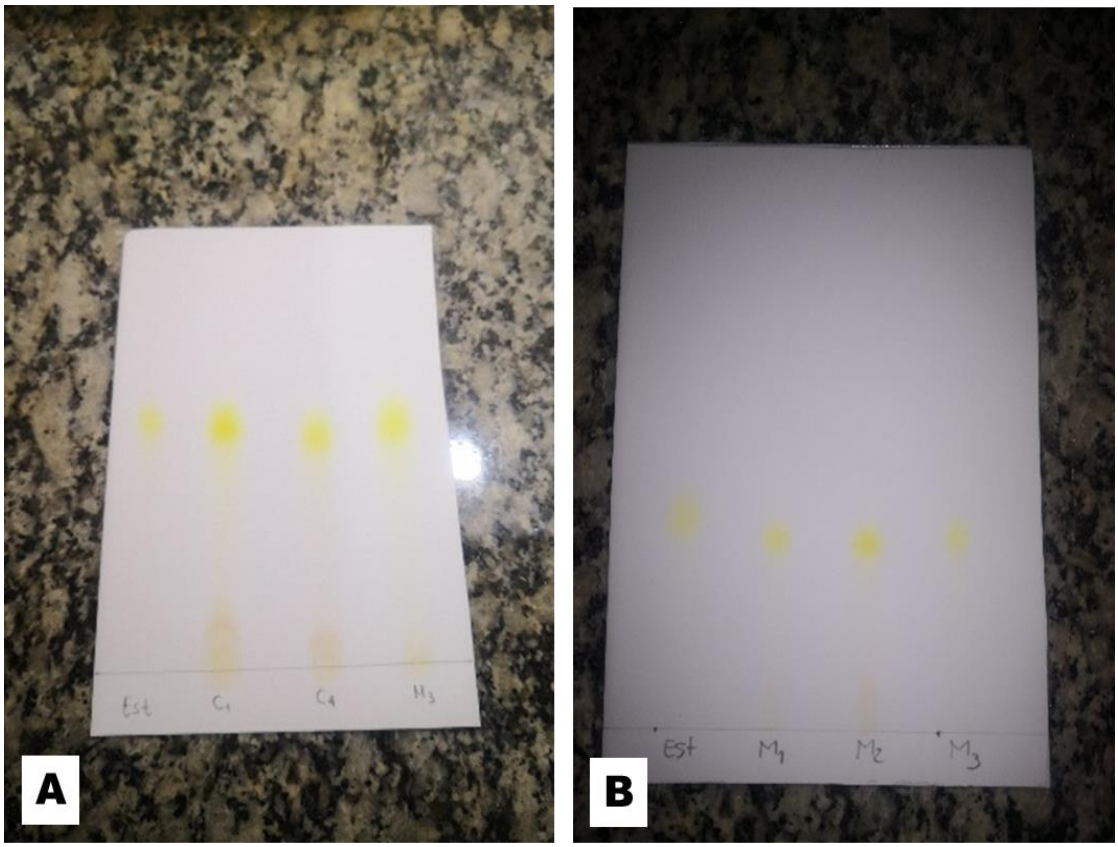


Fig. 5. A. TLC - Muestras extraídas con Etanol:Agua. **B.** TLC - Muestras extraídas con Etanol

6. DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta el valor de la humedad obtenido mediante el método de Karl Fischer luego del proceso de secado de los rizomas de cúrcuma, el resultado se acerca a lo mencionado por Saiz et al. (2014) en su artículo(1).

Bajo las condiciones de secado a temperatura ambiente la pérdida de peso de los rizomas es escasa en las primeras 48 horas, Damale et al. (2018) (2) menciona que el secado completo de los rizomas a temperatura ambiente se obtiene entre los 10 y 15 días, mientras que Raza et al. (2018)(10) menciona que el secado bajo luz solar se obtiene entre 25 a 30 días.

Raza et al. (2018) (10) describe que la temperatura de 70° C para el secado de los rizomas es óptima, lo que se acerca a dos de las condiciones de temperaturas de este trabajo de investigación (65 y 75 ° C), mientras que Lokhande et al. (2012) (27)menciona que la temperatura de 60 ± 2°C durante 36 horas se obtiene un secado satisfactorio.

Bautista (2017) (15) sostiene que la extracción con etanol es más eficiente en comparación con la extracción con etanol:agua y que la absorbancia de las muestras se da a una longitud de onda de 422 nm, resultados que se acercan a lo obtenido en el laboratorio durante el desarrollo de este trabajo de investigación. Paulucci et al. (2012) refiere que el etanol es el solvente más adecuado para la extracción de la curcumina lo cual concuerda con lo realizado en el laboratorio.

García et al. (2017) concluye que los valores de las absorbancias máximas de los curcuminoides están entre los 425, 422 y 418 nm utilizando etanol como solvente de extracción, valores similares a los obtenidos en esta investigación.

7. CONCLUSIÓN

- Con este trabajo de investigación se optimizó el secado en estufa de los rizomas frescos de cúrcuma adquiridos del mercado de San Lorenzo y la extracción de curcumina y los demás curcuminoides con etanol.
- Se concluye que la temperatura de 65°C es la óptima para el secado de los rizomas frescos de *Curcuma longa* L. en estufa y tiempo de secado óptimo para dicha temperatura es de 48 horas, obteniéndose un porcentaje de humedad final del 8,6939 % en las muestras pulverizadas.
- Se evalúa la presencia de curcumina en las muestras adquiridas del mercado de San Lorenzo mediante el uso de la cromatografía en capa fina y los resultados de las absorbancias de las muestras procesadas en el laboratorio por espectrofotometría.
- En la placa cromatográfica revelada con la solución etanólica de ácido sulfúrico y la solución etanólica de vainillina, en las posiciones de siembra de las muestras se observaron manchas con el mismo Rf de la sustancia de referencia, lo cual evidencia la extracción de la curcumina. Además se observan manchas con un Rf diferente en comparación a la sustancia de referencia, por lo que corresponden a los demás curcuminoides que fueron extraídos.
- La extracción con etanol arroja un resultado 633 mg de curcuminoides por cada 100 gramos de muestra seca de cúrcuma en comparación a los 497,7 mg de curcuminoides extraídos con etanol:agua (1:1) en comparación a la extracción con etanol:agua (1:1).
- El uso de la temperatura de 55°C es insuficiente para un secado optimo en 48 horas y la extracción de los curcuminoides con agua destilada no es efectiva, lo que pone de manifiesto la escasa solubilidad de la curcumina y de los demás curcuminoides lo que se refleja en los resultados de absorbancia de las muestras que contenían dicho solvente.
- La aplicación la curcumina como agente terapéutico se ve limitado debido a su baja solubilidad en agua y su escasa biodisponibilidad, pero que, mediante el uso de extractos alcohólicos o hidroalcohólicos, las soluciones pueden ser utilizadas como materia prima para el empleo de la nanotecnología como método en el desarrollo de formulaciones innovadoras en formas farmacéuticas

tradicionales, como las cremas o los hidrogeles, ya que en Paraguay el uso de esta tecnología aun es incipiente.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Saiz de Cos P, Pérez-Urria Carril E. Cúrcuma I (Curcuma longa L.). REDUCA Biol. 2014;7(2):84–99.

2. Damale V, Patil K. Experimental Analysis of Turmeric Drying Process. Mater Today Proc [Internet]. 2018;5(9):18152–61. Available from: https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.06.151

3. Debjit Bhowmik, Chiranjib1, K. P. Sampath Kumar1, Margret Chandira2 BJ 1Coimbatore. Turmeric: A Herbal and Traditional Medicine. Sch Res Libr Arch. 2011;2(4):373–83.

4. Teow S, Liew K, Ali SA, Khoo AS, Peh S. Antibacterial Action of Curcumin against Staphylococcus aureus : A Brief Review. 2016;2016.

5. Tecnificación del secado de cúrcuma permitiendo un proceso continuo de producción elaborado por pequeños productores orgánicos de Santa Rosa Juliana Ocampo Quintero Noviembre 2018 Asesor : Juan Fernando López Universidad Católica de Pereira Risaralda Tall. 2018;

6. Benavides-mendoza A, Rangel AS. Tratado de Botánica Económica Moderna. 2010.

7. Jojoa DE, Gómez EMGGGOV, Trabajo. CÚRCUMA LONGA COMO ESPECIA-COLORANTE PARA SUSTITUIR LA TARTRAZINA EN PRODUCTOS DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA EN EL MUNICIPIO DE ENVIGADO (ANT) Duber [Internet]. 2016. Available from: https://www.infodesign.org.br/infodesign/article/view/355%0Ahttp://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/731%0Ahttp://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/269%0Ahttp://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/106

8. García Ariza LL, Montes Quim JHO, Sierra Acevedo JI, Padilla Sanabria L. Biological activity of three curcuminoids from curcuma longa L. (Turmeric) grown in quindío, Colombia. Rev Cuba Plantas Med. 2017;22(1):1–14.

9. Rafieian-Kopaei M, Nasri H, Sahinfard N, Rafieian M, Rafieian S, Shirzad M.

Turmeric: A spice with multifunctional medicinal properties. J HerbMed Pharmacol J J HerbMed Pharmacol [Internet]. 2014;3(1):5–8. Available from: http://www.herbmedpharmacol.com

10. Raza A, Ali MA, Yusof YA, Nasir A, Muneer S. Effect of different drying treatments on concentration of curcumin in raw. Food Res. 2018;2(December):500–4.

11. Hirun S, Utama-ang N, Roach PD. Turmeric (Curcuma longa L .) drying : an optimization approach using microwave-vacuum drying. 2012;

12. Gil SML. Establecimiento de los protocolos de poscosecha para la obtención de una harina de Curcuma longa con estándares de calidad internacional. Corporación Universitaria Lasallista; 2016.

13. Borah A, Hazarika K, Khayer SM. Drying kinetics of whole and sliced turmeric rhizomes (Curcuma longa L.) in a solar conduction dryer. Inf Process Agric [Internet]. 2015;2(2):85–92. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.inpa.2015.06.002

14. Carballo S, Telesca J. MANUAL DE SECADO SOLAR DE ESPECIES MEDICINALES Y. 2007. 1–54 p.

15. Lugo JEB. Obtención de extractos con propiedades antioxidantes a partir de Curcuma longa. 2017.

16. Paulucci VP, Couto RO, Teixeira CCC, Freitas LAP. Optimization of the extraction of curcumin from Curcuma longa rhizomes. Rev Bras Farmacogn - BrazilianJournal Pharmacogn [Internet]. 2013;23(1):94–100. Available from: http://dx.doi.org/10.1590/S0102-695X2012005000117

17. Nelson KM, Dahlin JL, Bisson J, Graham J, Pauli GF, Walters MA. The Essential Medicinal Chemistry of Curcumin. 2017;

18. Jiang T, Liao W, Charcosset C. Recent advances in encapsulation of curcumin in nanoemulsions : A review of encapsulation technologies , bioaccessibility and applications Food Research International Recent advances in encapsulation of curcumin in nanoemulsions : A review of encapsulatio. Food

Res Int [Internet]. 2020;132(April):109035. Available from: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109035

19. Anand P, Kunnumakkara AB, Newman RA, Aggarwal BB. reviews Bioavailability of Curcumin : Problems and Promises. 2007;4(6):807–18.

20. Lajo R. EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTIINFLAMATORIO DE LOS EXTRACTOS Y GEL DEL RIZOMA DE Curcuma longa Linn (PALILLO) EN RATAS SOMETIDAS A INFLAMACIÓN SUBPLANTAR CON CARRAGENINA. Univ Catol St María. 2018;

21. Aggarwal BB, Harikumar KB. Potential therapeutic effects of curcumin, the anti-inflammatory agent, against neurodegenerative, cardiovascular, pulmonary, metabolic, autoimmune and neoplastic diseases. Int J Biochem Cell Biol. 2009;41(1):40–59.

22. Zamarioli CM, Martins RM, Carvalho EC, Freitas LAP. Nanoparticles containing curcuminoids (Curcuma longa): Development of topical delivery formulation. Brazilian J Pharmacogn [Internet]. 2015;25(1):53–60. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.bjp.2014.11.010

23. Gao Y, Li Z, Sun M, Guo C, Yu A, Xi Y, et al. Preparation and characterization of intravenously injectable curcumin nanosuspension. Drug Deliv. 2011;18(2):131–42.

24. Nair HB, Sung B, Yadav VR, Kannappan R, Chaturvedi MM, Aggarwal BB. Delivery of anti-inflammatory nutraceuticals by nanoparticles. Biochem Pharmacol. 2011;80(12):1833–43.

25. Torres E, Moreno R, Tamayo Y, Hermosilla R, Guillén Z. Estudio de la actividad antibacteriana del aceite esencial de los rizomas. 2014;

26. Bhawana, Basniwal RK, Buttar HS, Jain VK, Jain N. Curcumin nanoparticles: Preparation, characterization, and antimicrobial study. J Agric Food Chem. 2011;59(5):2056–61.

27. Lokhande SM, Kale R V, Sahoo AK, Ranveer RC. Effect of curing and drying methods on recovery , curcumin and essential oil content of different cultivars

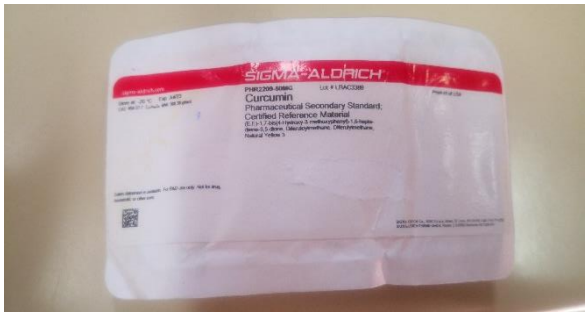
of turmeric (Curcuma longa L). Int Food Res J. 2013;20(2):745–9.

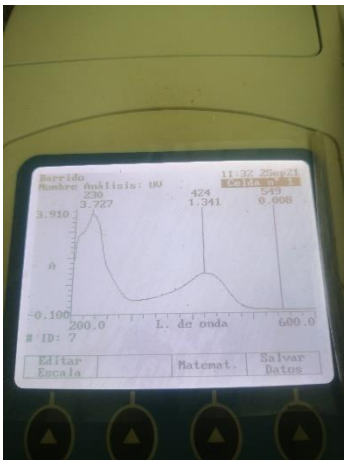
28. DESARROLLO DE UN PROCESO DE EXTRACCIÓN LIMPIA DE COLORANTES A BASE DE CURCUMINA ÁLVARO. 2016.

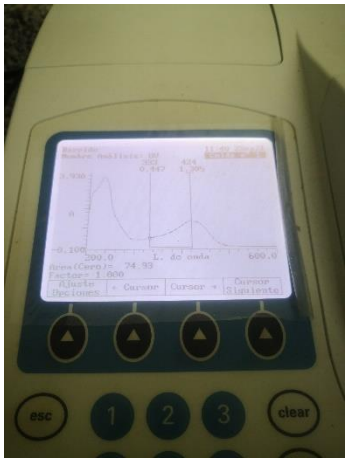
29. Hirko B, Abera S, Mitiku H. Effect of Curing and Drying Methods on the Biochemical Quality of Turmeric (Curcuma l onga L .) Rhizome Grown in South Western Ethiopia Medicinal & Aromatic Plants. Med Aromat Plants Res. 2020;9(5):1–8.

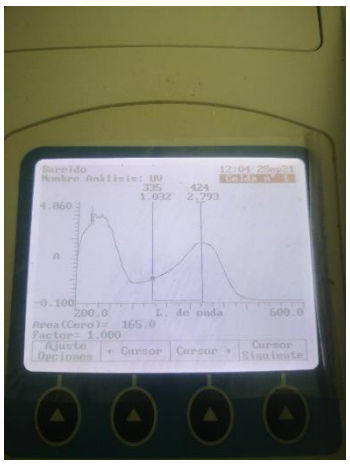
30. Freire González R, Vistel Vigo M. Caracterización fitoquímica de la Curcuma longa L. Rev Cuba Química. 2015;27(1):9–18.

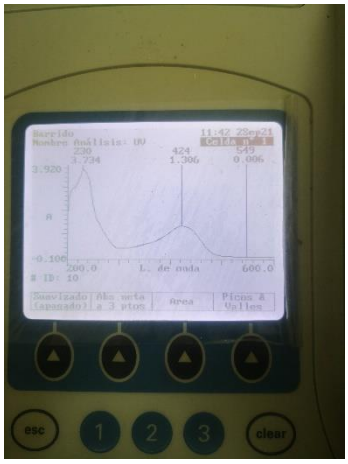
9. ANEXOS


SIGMA-ALDRICH
Curcumin
Pharmaceutical Secondary Standard;
Certified Reference Material

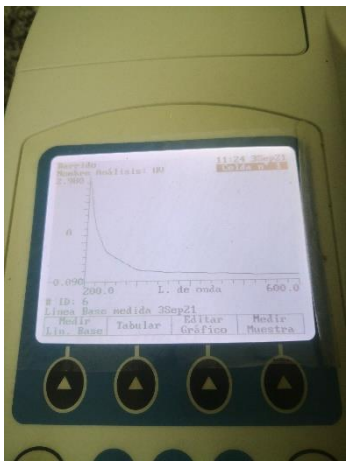

Barrido
Nombre Análisis: UV
11:32 23Sep21
230 424 549
3.727 1.341 0.008
3.910
-0.100
200.0 L. de onda 600.0
ID: 7
Editar Escala
Matemat.
Salvar Datos


esc
1
2
3
clear

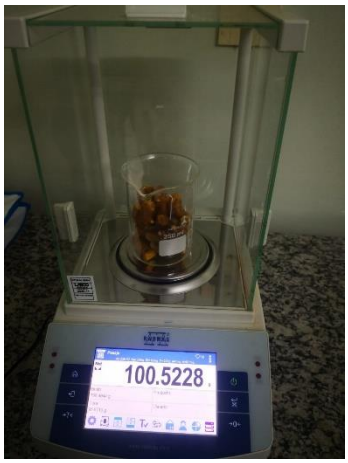

Barrido
Nombre Análisis: UV
12:04 23Sep21
335 424
1.032 2.793
4.860
-0.100
200.0 L. de onda 600.0
Area(Cero)= 165.0
Factor= 1.000
Ajuste Opciones
+ Cursor
Cursor +
Cursor Siguiente

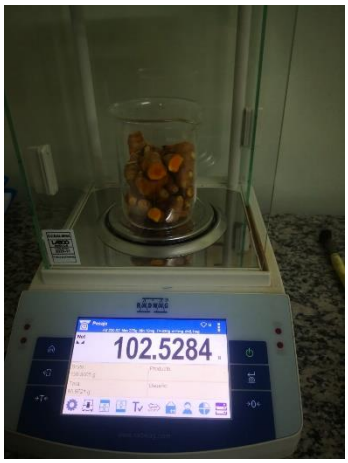

Barrido
Nombre Análisis: UV
11:42 23Sep21
230 424 549
1.724 1.306 0.006
3.920
-0.106
200.0 L. de onda 600.0
ID: 10
Suavizado (Savgol) a 3 ptos
Area
Picos & Valles
esc
1
2
3
clear

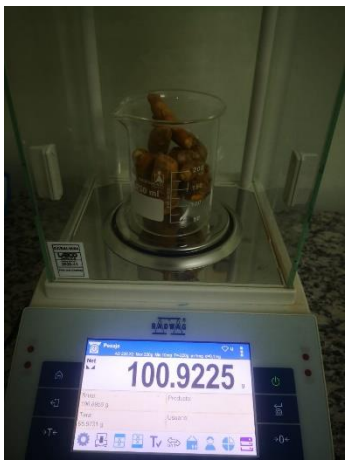
5.1


Barrido
Nombre Análisis: UV
11:24 23Sep21
-0.090
200.0 L. de onda 600.0
ID: 6
Línea Base medida 3Sep21
Medir Lín. Base
Tabular
Editar Gráfico
Medir Muestra

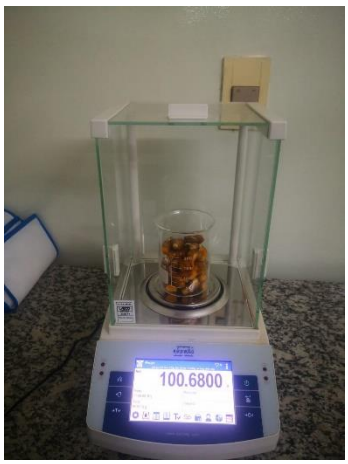
101.1016

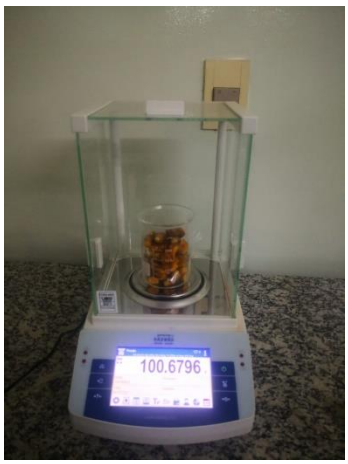

100.5228


102.5284


100.9225

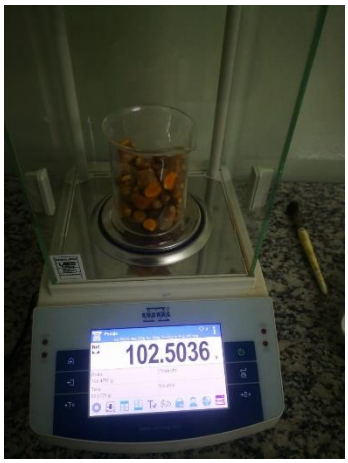
102.3744


100.6800


100.6796

103.2396

30.5309


102.5036

27.5046

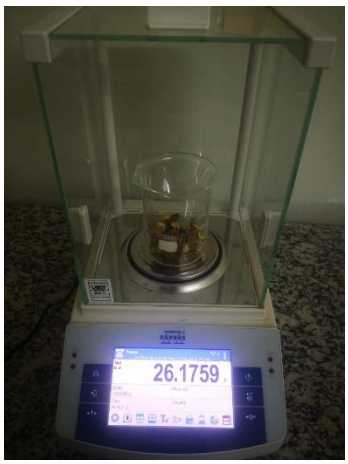
51.3490

51.3487

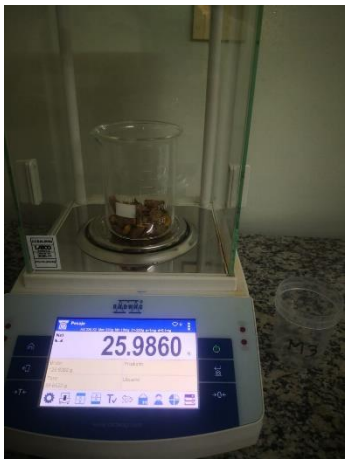
56.2717

35.0333

65.2325


26.1759

25.5911

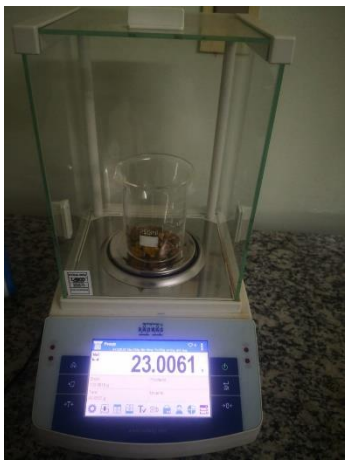

25.9860

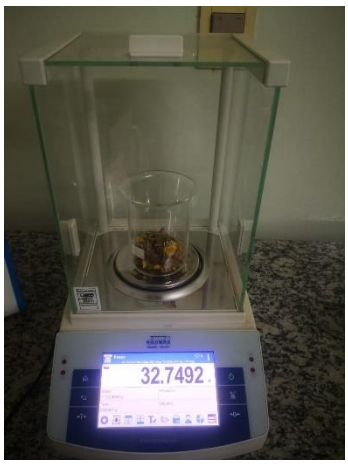
24.6100

23.3150

59.4792

23.9182


23.0061


32.7492

36.5450

BOSCH

ULTRASONIC CLEANER
TIME

ULTRASONIC CLEANER
TIME

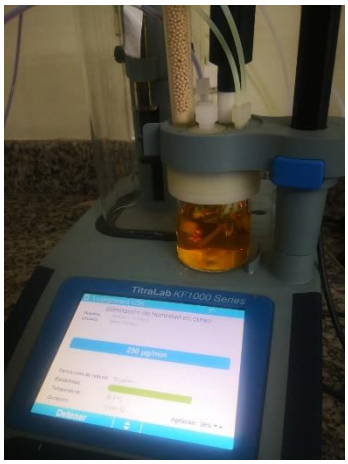
TitraLab KF1000 Series

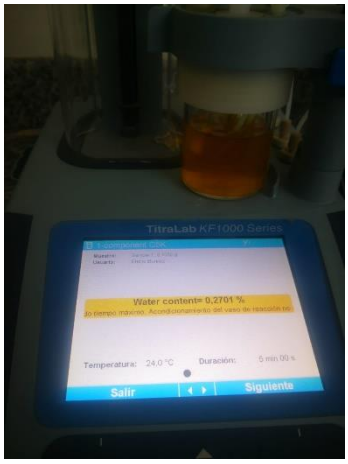
TitraLab KF1000 Series
Detener

TitraLab KF1000 Series

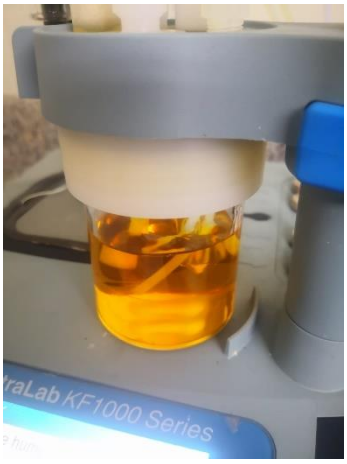
TitraLab KF1000 Series
Salir
Siguiente

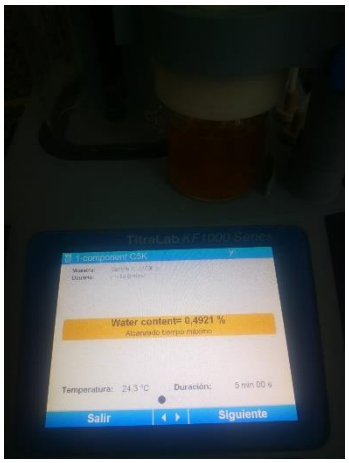
106.4

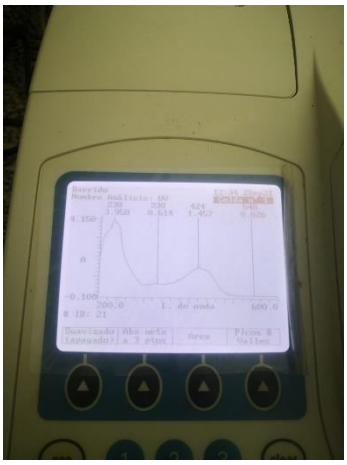

TitraLab KF1000 Series
200 µl/min
Detener

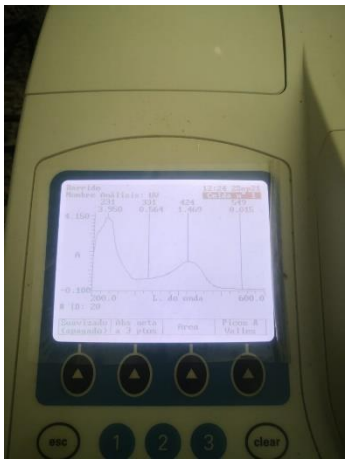

TitraLab KF1000 Series
Water content= 0,2701 %
Temperatura: 24,0 °C
Duración: 5 min 00 s
Salir
Siguiente

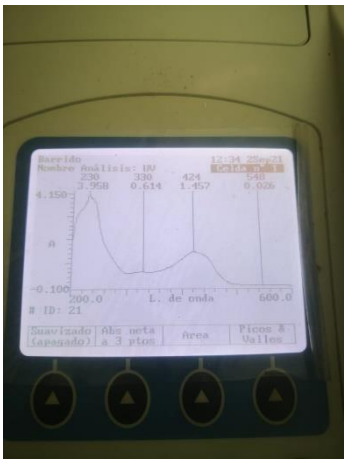
TitraLab KF1000 Series
Detener

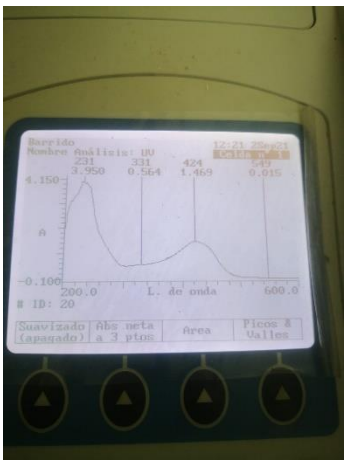

TitraLab KF1000 Series

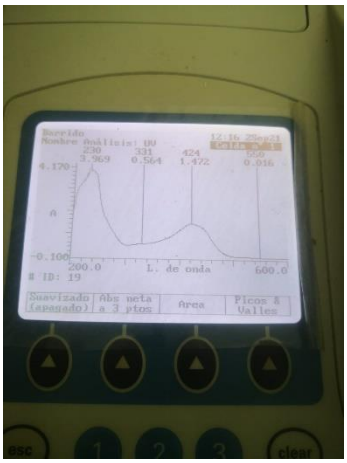

TitraLab KF1000 Series
1-component CSK
Water content= 0,4921 %
Alcanzado tiempo máximo
Temperatura: 24,3 °C
Duración: 5 min 00 s
Salir
Siguiente

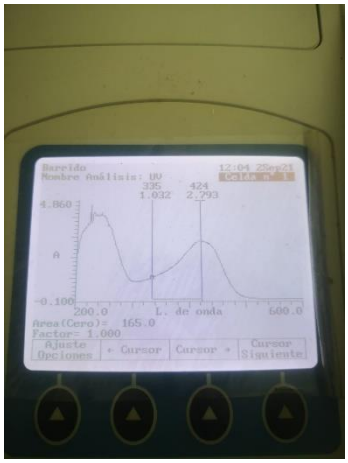


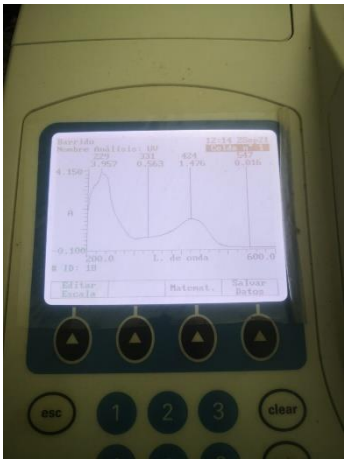


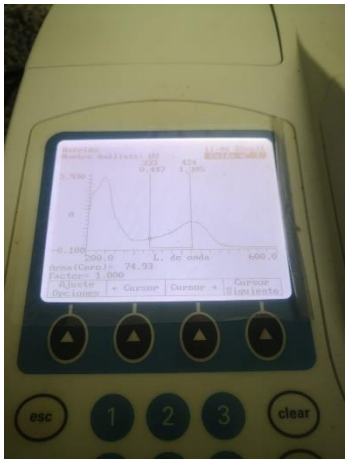


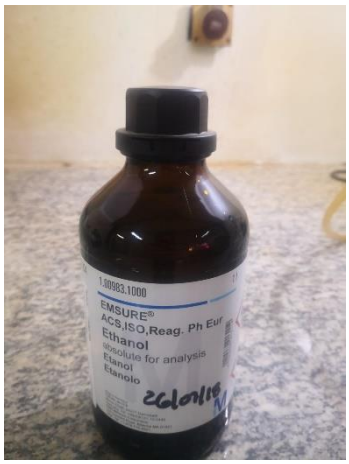











1.00983.1000
EMSURE®
ACS,ISO,Reag. Ph Eur
Ethanol
absolute for analysis
Etanol
Etanolo