



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

**“CALIDAD, PERTINENCIA Y CALIDEZ”
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

**TESIS DE GRADO
TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO EN ALIMENTOS**

TEMA:

**“EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE TEOBROMINA EXISTENTE EN LAS
SEMILLAS DE CUATRO VARIEDADES DE CACAO (*Theobroma cacao* L)
PRODUCIDAS EN LA PROVINCIA DE EL ORO, 2014”**

Autor:

Juan Gabriel Sánchez Sánchez

Tutor:

Dr. Freddy Pereira Guanuche Mg. Sc.

MACHALA- EL ORO- ECUADOR

2015

CERTIFICACIÓN

Dr. Freddy Pereira Guanuche Mg. Sc. Docente de la Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud. Director de la presente tesis titulada **“EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE TEOBROMINA EXISTENTE EN LAS SEMILLAS DE CUATRO VARIEDADES DE CACAO (*THEOBROMA CACAO* L) PRODUCIDAS EN LA PROVINCIA DE EL ORO, 2014.”** Certifico que el presente trabajo investigativo ha sido realizado por el autor en forma sistemática y de acuerdo a las normas establecidas para proyectos de investigación, revisando su contenido y forma, autorizo su presentación.

MACHALA, 12 JUNIO DEL 2015

Dr. Freddy Pereira Guanuche Mg. Sc.
TUTOR DE TESIS

RESPONSABILIDAD

Yo, JUAN GABRIEL SÁNCHEZ SÁNCHEZ, autor de la presente tesis de grado, titulada **“EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE TEOBROMINA EXISTENTE EN LAS SEMILLAS DE CUATRO VARIEDADES DE CACAO (*THEOBROMA CACAO* L) PRODUCIDAS EN LA PROVINCIA DE EL ORO, 2014”** declaro que soy responsable de las ideas, resultados y conclusiones expuestos en el trabajo.

Juan Gabriel Sánchez Sánchez
C.I. 070512703-3

CESIÓN DE DERECHO DE AUTORÍA

Yo, JUAN GABRIEL SÁNCHEZ SÁNCHEZ, con cédula de identidad 0705127033, Egresado de la Escuela de Ingeniería en Alimentos, de la Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud, de la Universidad Técnica de Machala, responsable de la presente memoria técnica científica titulada, **“EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE TEOBROMINA EXISTENTE EN LAS SEMILLAS DE CUATRO VARIEDADES DE CACAO (*THEOBROMA CACAO* L) PRODUCIDAS EN LA PROVINCIA DE EL ORO, 2014”** certifico que la responsabilidad de la investigación, resultados y conclusiones del presente trabajo pertenecen exclusivamente a mi autoría, una vez que ha sido aprobado por mi tribunal de sustentación de tesis autorizando su presentación.

Deslindo a la Universidad Técnica de Machala de cualquier delito de plagio y cedo mis derechos de autor a la Universidad Técnica de Machala para que ella proceda a darle uso que crea conveniente.

Juan Gabriel Sánchez Sánchez
AUTOR

La responsabilidad de esta investigación,
resultados y conclusiones pertenecen
exclusivamente a su autor.

Juan Gabriel Sánchez Sánchez.

DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico, a mi querida madre: María Sánchez a mis Hermanos: Wilson, Ofelia, David, Yolanda, Félix, Flora, Rosita, Héctor. Ya que gracias a su manera de guiarme por buen camino con sus consejos valiosos y desinteresados, gracias a su apoyo incondicional, es un compromiso placentero dedicarles con mucho respeto y cariño el fruto de un largo proceso de formación intelectual ya que han sido un ejemplo de superación y constancia para ser una mejor persona en la vida.

Juan Gabriel Sánchez Sánchez.

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi gratitud a las siguientes personas e instituciones que facilitaron la realización del presente trabajo investigativo.

A mi Madre y mis Hermanos, quienes me han ayudado en todo lo posible para la realización de este trabajo y mi formación académica.

A la Universidad Técnica de Machala, a la Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud y por ende a la Carrera de Ingeniería en Alimentos, que me supo brindar verdaderos conocimientos teóricos – prácticos a través de sus catedráticos que permitieron mi formación profesional.

En especial al Ing. Miguel Guamán Guerrero Mg, Sc. y al Dr. Freddy Alberto Pereira Guanuche por su valiosa colaboración prestada como tutor de tesis.

A un profesor, compañero y amigo al Dr. Fredis Pesantes Mg. Sc. por su valiosa colaboración prestado como miembro de mi tesis.

A mis amigos incondicionales que siempre estuvieron dándome ánimos y ayudándome a terminar mi proyecto.

Juan Gabriel Sánchez Sánchez.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.2 OBJETIVOS.....	4
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS	4
1.3 HIPÓTESIS.....	4
2. REVISIONES DE LITERATURA.....	5
2.1 EL CACAO.....	5
2.1.1 DEFINICIÓN.....	5
2.1.2 ASPECTOS BOTÁNICOS.....	5
2.1.2.1 TAXONOMÍA	5
2.1.2.2 ORIGEN DEL CACAO	5
2.1.2.3 SIEMBRA DE CACAO	6
2.1.2.4 EXIGENCIAS CLIMÁTICAS Y DE SUELOS	6
2.1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL Y LONGEVIDAD DEL CACAO	7
2.1.4 VARIEDADES DE CACAO	8
2.1.4.1 EL NACIONAL	8
2.1.4.1.1 MORFOLOGÍA	8
2.1.4.2 EL CRIOLLO O NATIVO	9
2.1.4.3 EL FORASTERO	10
2.1.4.4 EL TRINITARIO	10
2.1.5 MORFOLOGÍA DE LAS SEMILLAS	10
2.1.6 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA SEMILLA	11
2.1.7 CARACTERES DESCRIPTIVOS DE LA SEMILLA	12
2.1.8 GERMINACIÓN DE LA SEMILLA	12
2.1.9 ADICIONAMIENTO DEL CACAO	12
2.1.10 LA FERMENTACIÓN	13
2.1.11 EL SECADO	13
2.1.12 LA MOLIENDA DE LA SEMILLA	14
2.1.13 LOS PRODUCTOS DEL CACAO	14
2.1.14 PRODUCCIÓN DE CACAO EN LA PROVINCIA DE EL ORO	15
2.1.15 PRODUCCIÓN DE CACAO POR LUGAR DE MUESTRAS.....	15
2.1.15.1 EL PROGRESO	15
2.1.15.2 PASAJE FINCA HUIZHO	16
2.1.15.3 ASO-TROPICAL	16
2.1.15.4 EL TRIUNFO	17
2.2 LA TEOBROMINA	17
2.2.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA SEMILLA	17
2.2.2 METABOLISMO.....	19
2.2.3 BENEFICIOS DE LA TEOBROMINA	19

2.2.4	PREVALENCIA DE LA TEOBROMINA	20
2.2.5	LA TEOBROMINA Y SU RELACIÓN CON LA SALUD	21
2.2.5.1	EFFECTOS PSICOFARMACOLÓGICOS	21
2.2.6	TEOBROMINA VS CAFEÍNA	23
2.2.7	TOXICIDAD DE LA TEOBROMINA	23
2.2.8	OBTENCIÓN DE LA TEOBROMINA	23
2.2.9	DESTILACIÓN	24
2.2.9.1	TIPOS DE DESTILACIÓN	24
2.2.10	DECANTACIÓN	25
2.2.11	CALENTAMIENTO A REFLUJO	25
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1	MATERIALES	26
3.1.1	LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	26
3.1.2	UNIVERSO DE TRABAJO	26
3.1.3	EQUIPOS	27
3.1.4	REACTIVOS	27
3.1.5	VARIOS	28
3.2	METODOLOGÍA	28
3.2.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	28
3.2.1.1	VARIABLES	28
3.2.2	SELECCIÓN DE LA MUESTRA	29
3.2.3	TAMO DE MUESTRAS.....	29
3.2.4	PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS	29
3.2.5	DIAGRAMA DE PROCESO DE OBTENCIÓN DE TEOBROMINA..	30
3.2.6	DIAGRAMA DE FLUJO DE EXTRACCIÓN DE TEOBROMINA	31
3.2.7	PROCEDIMIENTO.....	32
4.	RESULTADOS	33
4.1	ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO	33
4.1.1	ANÁLISIS EN LA SEMILLAS	33
4.1.2	ANÁLISIS EN LAS SEMILLAS POR VARIEDAD DE CACAO	34
4.2	ANÁLISIS EN EL POLVO DE CACAO	37
4.3	TEOBROMINA OBTENIDA	39
4.4	DENSIDAD DE LAS SEMILLAS Y DE TEOBROMINA	40
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	41
6.	CONCLUSIONES	42
7.	RECOMENDACIONES	43
8.	BIBLIOGRAFÍA	45
9.	ANEXOS	55

SUMARIO

“EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE TEOBROMINA EXISTENTE EN LAS SEMILLAS DE CUATRO VARIEDADES DE CACAO (*Theobroma cacao* L) PRODUCIDAS EN LA PROVINCIA DE EL ORO, 2014”

Objetivo: Extraer y cuantificar el alcaloide de teobromina de las semillas de cuatro variedades de cacao (*Theobroma cacao* L) producidas en la provincia de el Oro, con fines de experimentación.

Materiales y métodos: Se tomaran muestras por duplicado de las semillas de las diferentes variedades de cacao a analizarse, las mismas que son cultivadas en las fincas de la provincia del Oro tales como Aso-tropical, El progreso, Huizho y el Triunfo-Progreso. Se utilizó los siguientes materiales, Recipiente para realizar mezclas, Matraz aforado, Equipo de destilación, Equipo para calentar a baño maría, Olla exprés, Equipo de decantación, Balanza marca ZHIMADZU con 0,001 mg de sensibilidad, Molino semi industrial fabricación artesanal, Termómetro digital, Matraces aforados de 100 ml, Embudo, Agitador magnético, Vasos de precipitación de 500ml, Pipetas graduadas, Bureta de 25 ml 10 ml, Matraz Erlenmeyer de 250 ml, Papel filtro Whatman # 40, entre los reactivos que se utilizó están Agua, Etanol, Oxido de magnesio, Cloroformo, Éter etílico y se aplicó la técnica de extracción de teobromina por duplicado a cada variedad de cacao.

Resultados: En la extracción de teobromina a partir del polvo de semillas de cacao, se pudo obtener la teobromina pura la cual tiene forma de cristales pequeños de color blanco, siendo la variedad Criollo la que contiene mayor teobromina en sus semillas con un 0.0719 g/ 20g de muestra (Hammerstone et al.1994), así mismo la que contiene menor cantidad de teobromina en sus semillas es la variedad trinitarios (CCN-51) con un 0.03525 g/ 20g muestra. Se caracterizaron por su densidad (1.2 g/cc), solubilidad (Es soluble en ácidos y bases) y con su punto de fusión (273°C) (Bruneton, 1991).

Conclusión: Se logró extraer y cuantificar la teobromina de las semillas de cuatro variedades de cacao, Se determinó que las variedad de cacao con más contenido de teobromina en sus semillas es la Criollo y Nacional con el 0.719 g/ 20g y 0.555 g/ 20g de muestra respectivamente, mientras que para la variedad de forasteros es de 0.3575 g/20 g, y Trinitarios (CCN51) 0.3525g/ 20 g

SUMMARY

"EXTRACTION AND QUANTIFICATION OF EXISTING THEOBROMINE IN THE SEEDS OF FOUR VARIETIES OF CACAO (*Theobroma cacao* L) PRODUCED IN THE PROVINCE OF ORO, 2014"

Objective: To extract and quantify the alkaloid theobromine seeds of four varieties of cacao (*Theobroma cacao* L) produced in the province of el Oro, for experimental purposes.

Materials and methods: samples were taken in duplicate from the seeds of the different varieties of cocoa tested, the same as they are grown on farms in the province of Oro such as Aso-tropical, Progress, Progress Huizho and Triunfo. The following materials, container for Mixes, volumetric flask, distillation equipment, equipment to warm bath, cooker, decanting equipment, Balance brand ZHIMADZU with 0.001 mg of sensitivity, semi-industrial craftsmanship Molino, digital thermometer was used, flasks of 100 ml, funnel, magnetic stirrer, 500ml beakers, graduated pipettes, 25 ml Burette 10 ml, 250 ml Erlenmeyer flask, filter paper Whatman # 40 between the reagents used are water, 250 g sample (each variety), Ethanol, Magnesium oxide, chloroform, ethyl ether and theobromine extraction technique duplicate each cocoa variety applied. Results: Using the methodology used in the extraction of theobromine powder extracted from the seeds of cacao, was able to obtain pure theobromine which has the form of small white crystals, with the Criollo variety that contains more theobromine in their seeds with a 0.0719 g / 20g sample (Hammerstone et al., 1994), also containing the least amount of theobromine in the seeds is trinitarios variety (CCN-51) with 0.03525 g / 20g sample. They were characterized by their density (1.2 g / cc), solubility (It is soluble in acids and bases) and its melting point (273 ° C) (Bruneton, 1991).

Conclusion: It was possible to extract and quantify theobromine seeds of four varieties of cocoa, it was determined that the variety of cocoa more theobromine content in its seeds is the Criollo and National to 0719 g / 20 g and 0555 g / 20g shows respectively while for the variety of outsiders it is 0.3575 g / 20 g, and Trinity (CCN51) 0.3525g / 20 g.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. BRAUDEAU, Jean. el cacao . barcelona : blume, barcelona, 1970, 1970.
2. CASTILLO, Ada falco, silvia llera, lumey. higroscopicidad de habas de cacao a 25 °c. ciencia y tecnología de alimentos. vol. 20. cuba: d - instituto de investigaciones para la industria alimentaria , 2010.
3. CUESTA, Juan carlos plúa. diseño de una línea procesadora de pasta de cacao artesanal". guayaquil- ecuador: escuela superior politécnica del litoral, 2008.
4. ENDARA, Arturo. «el ministerio de agricultura, ganaderia, acuacultura y pesca.» el magap. 25 de febrero de 2008. <http://www.agricultura.gob.ec/magap-busca-reactivar-produccion-cacaotera-en-el-oro-2/> (último acceso: 30 de mayo de 2015).
5. EUDIS, Gonzalez. la teobromina estimulante y protector del organismo. 05 de febrero de 2013. <http://lateobromina.blogspot.com/> (último acceso: 26 de mayo de 2015).
6. FERREIRA, Andreia sobreiro. «validacion y determinacion de teobromina en cascaras de cacao por cromatografia liquida .» 25 de marzo de 2013. http://run.unl.pt/bitstream/10362/11377/1/ferreira_2013.pdf (último acceso: 30 de mayo de 2015).
7. HÉCTOR A. Tinoco, diana yomali ospina. «análisis del proceso de deshidratación de cacao para la disminución del tiempo de secado.» revista eia. (escuela de ingeniería de antioquia,), 2010: 1-12.
8. HIPERNOVAL.CL. Hipernoval.cl. 27 de junio de 2007-2012. <http://www.hipernova.cl/notas/elcacao.html> (último acceso: 8 de septiembre de 2013).
9. JIMÉNEZ-VIEYRA, María elena, maría de la luz zambrano-zaragoza, y saúl cardoso-sánchez. «teobromina en chocolate en polvo.» humanidad tecnologia y ciencia del instituto politacnico nacional, 2012: 4.
10. LLIVIPUMA, Mayra mariela. «identificación y caracterización de oportunidades de negocios para jóvenes del área rural vinculados a la cadena productiva del cacao en el cantón pasaje de la provincia de el oro.» en identificación y caracterización de oportunidades de negocios para

jóvenes del área rural vinculados a la cadena productiva del cacao en el cantón Pasaje de la provincia de El Oro, de Mayra Mariela Ilivipuma Ar, 151. Machala: Universidad Técnica de Machala, 2012.

11. LOJA, Jose Alberto, entrevista de Juan Gabriel Sanchez Sanchez. Producción de cacao en su finca y cuantas variedades existen en ella (27 de junio de 2014).
12. MANABI, Universidad Técnica de Manabi. «tesis de grado .» en establecimientos de parámetros (físicos, químicos y organolépticos) para diferenciar y valorizar el cacao , de Leonor Palacio Sedeño Angela, 257. Manabi: Universidad Técnica de Manabi , 2008.
13. PROECUADOR. www.proecuador.gob.ec. 08 de agosto de 2013. http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/08/proec_as2013_cacao.pdf (último acceso: 06 de mayo de 2014).
14. RUBÉN Darío Rivera Fernández^{1, 2}, Freddy Wilberto Mecías Gallo², Ángel Monserrate Guzmán Cedeño^{1, 2}, Mayra Mercedes. «efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (Theobroma cacao L.) tipo nacional.» *Ciencia y Tecnología* , julio 2012: 1-7 .
15. SARMIENTO, Henry, entrevista de Juan Gabriel Sanchez Sanchez.. producción y comercialización de cacao y sus variedades (24 de junio de 2014).
16. SOTOMAYOR, Richard Fernando Cordova. Acción del boro, zinc, calcio y otros micronutrientes en las fases fenológicas de floración y cuajado de mazorcas en cacao nacional, sitio Jumón. Machala : Universidad Técnica de Machala , 2011.
17. TORRES, Arcelio Ángel, entrevista de Juan Gabriel Sanchez Sanchez.. producción y comercialización de cacao aso- el progreso (27 de junio de 2014).
18. VILLACIS, Eco. Jorge, entrevista de Juan Gabriel Sanchez Sanchez. producción y comercialización de cacao y las variedades que ellos la producen. (23 de junio de 2014).
19. ZAMBRANO, Alexis. Caracterización de parámetros físicos de calidad en almendras de cacao criollo, trinitario y forastero durante el proceso de secado. *Revista Científica Agronomía Tropical* vol. 60(4), 2010. Venezuela : Red Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de Venezuela , 2010.

20. CACAO. Botanica. n.p., n.d. web. 18 dec. 2011. <<http://www.botanical-online.com/alcaloidescacao.htm>>.
21. MÉNDEZ, F. "Obtención de la teobromina en cacao." scribd. n.p., n.d. web. 15 jan. 2012. <<http://es.scribd.com/doc/34551169/obtencion-de-la-teobromina-en-cacao>>.
22. BRUNETON, Jean, 1991, elementos de fotoquímica y farmacognosia. ed. acribia, españa.
23. BUCHELI, p., g. Rousseau, m. alvarez, m. laloi and j. mccarthy. 2001. developmental variation of sugars, carboxylic acids, purine alkaloids, fatty acids, and endoproteinase activity during maturation of theobroma cacao l.seeds. j. agric. food chem. 49:5046-5051

FUENTES ELECTRONICAS

<http://books.google.com.ec/books?id=dehu1ljrky8c&pg=pa29&dq=destilacion&hl=es&sa=x&ei=w1jpuqimyyzsassmocadw&ved=0cdccq6aewaw#v=onepage&q&f=false>

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=7&sid=f634c49f-b792-44cf-a2a6-8911e4ac0101%40sessionmgr115&hid=114>

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=93b5f9bc-04a0-4092-b684-beb317c619d6%40sessionmgr115&hid=124>

<http://site.ebrary.com/lib/utmachalasp/docdetail.action?docid=10647451&p00=cacao>

<http://site.ebrary.com/lib/utmachalasp/docdetail.action?docid=10608885&p00=cacao>

<http://site.ebrary.com/lib/utmachalasp/docdetail.action?docid=10646809&p00=cacao>

<http://site.ebrary.com/lib/utmachalasp/docdetail.action?docid=10592555&p00=teobromina%20del%20cacao>