



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA



Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación previa la obtención del Título de Ingeniería Bioquímica, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

**Obtención de un extracto rico en alcaloides a partir de harina de maca
(*Lepidium meyenii* Walpers) para uso como ingrediente funcional.**

Autora: Jenny Belén Sevilla Noroña

Tutor: Ph.D. Orestes Darío López Hernández

Ambato – Ecuador

Marzo – 2017

APROBACIÓN DEL TUTOR

Ph.D. Orestes Darío López Hernández

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto autorizo la presentación de este Trabajo de Titulación modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad.

Ambato, 01 de Febrero de 2017



Ph.D. Orestes Darío López Hernández

C.I. 1754784864

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Jenny Belén Sevilla Noroña, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Proyecto de Investigación, previo la obtención del Título de Ingeniera Bioquímica son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas.



Srta. Jenny Belén Sevilla Noroña

C.I. 0503788267

AUTORA

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:



Presidente del Tribunal



MSc. Yunys Pérez Betancourt
C.I. 1756472740



Lic. Mg. Danae Fernández Rivero
C.I. 1757181209

Ambato, 15 de Marzo de 2017

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto de Investigación o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Proyecto dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Srta. Jenny Belén Sevilla Noroña

C.I. 0503788267

AUTORA

DEDICATORIA

“Cuida tus pensamientos porque se volverán palabras. Cuida tus palabras porque se volverán actos. Cuida tus actos porque se harán costumbre. Cuida tus costumbres porque forjarán tu carácter. Cuida tu carácter porque formará tu destino. Y tu destino será tu vida”.

Mahatma Gandhi

*A mis padres Gustavo y Margarita
por su amor, apoyo incondicional y
sacrificios en todos estos años, gracias
a ustedes he logrado llegar hasta aquí
y convertirme en lo que soy.*

Los amo

Jenny

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por haberme dado la vida y permitir llegar a este momento tan importante de mi formación profesional, por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar todos los obstáculos y dificultades.

A mis padres Gustavo Sevilla y Margarita Noroña por ser el pilar más importante, por brindarme su amor, apoyo y palabras de aliento para no decaer. Por ser mi ejemplo y mi principal razón para seguir luchando, gracias por formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo que me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mis hermanos, Freddy, David y Melany que siempre han estado en las buenas y malas, ustedes son lo más hermoso que Dios ha traído a mi vida y por quienes estoy inmensamente agradecida.

A Edwin Morales, la persona que más confía en mí, por ser parte fundamental en mi vida, gracias por su amor incondicional, por darme la fuerza, el cariño y el cuidado para crecer cada día.

Debo agradecer de manera especial y sincera al PhD. Orestes López por aceptarme para realizar este proyecto de investigación bajo su dirección. Su apoyo y confianza en mi trabajo y principalmente su capacidad para guiar mis ideas han sido un aporte invaluable.

A la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Carrera de Ingeniería Bioquímica, por ser parte de mi formación profesional.

A mis amigas Vanessa, Cristina, Maura, Johanna y Tatiana que gracias a su amistad y al equipo que formamos logramos llegar hasta el final de esta etapa.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS
TRABAJO DE TITULACIÓN

MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PÁGINAS PRELIMINARES

Portada.....	I
Aprobación del tutor.....	II
Declaración de autenticidad.....	III
Aprobación de los miembros del tribunal de grado.....	IV
Derechos de autor.....	V
Dedicatoria.....	VI
Agradecimientos.....	VII
Índice general de contenidos.....	VIII
Índice de tablas.....	XII
Índice de figuras.....	XIII
Resumen.....	XIV
Abstract.....	XV
Introducción.....	1

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Tema.....	3
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos.....	5
2.2 Hipótesis.....	7
2.2.1 Hipótesis nula.....	7
2.2.2 Hipótesis alternativa.....	7

2.3 Señalamiento de variables de la hipótesis.....	7
2.3.1 Variable independiente.....	7
2.3.2 Variable dependiente.....	7

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales.....	8
3.2 Métodos.....	9
3.2.1 Materia prima.....	9
3.2.2 Escala de laboratorio.....	9
3.2.2.1 Diseño experimental.....	9
3.2.2.2 Obtención del extracto líquido.....	10
3.2.2.3 Determinación de sólidos solubles totales (SST).....	11
3.2.2.4 Determinación del porcentaje de masa de sólidos extraídos.....	11
3.2.2.5 Estimación de la concentración de alcaloides.....	12
3.2.3 Escala de banco.....	13
3.2.3.1 Obtención y análisis del extracto líquido.....	13
3.2.3.2 Concentración del extracto líquido.....	13
3.2.3.3 Secado por aspersion (Spray dryer).....	13
3.2.4 Escala industrial.....	14
3.2.4.1 Obtención y análisis del extracto líquido.....	14
3.2.4.2 Concentración del extracto líquido.....	15
3.2.4.3 Secado por aspersion (Spray dryer).....	15
3.2.5 Estimación de la concentración de alcaloides del extracto en polvo.....	15
3.2.6 Análisis de laboratorio.....	16

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis y discusión de resultados.....	17
4.1.1 Escala de laboratorio.....	17
4.1.2 Determinación del mejor tratamiento.....	18
4.1.3 Escala de banco.....	24
4.1.3.1 Secado por aspersion del extracto concentrado.....	26

4.1.3.2 Análisis de laboratorio de la muestra en polvo a escala de banco.....	27
4.1.4 Escala industrial.....	29
4.1.4.1 Secado por aspersion del extracto concentrado.....	30
4.1.4.2 Determinación de la humedad del extracto en polvo.....	30
4.1.5 Evaluación del porcentaje de masa de sólidos extraídos en base al material vegetal en escala de laboratorio, banco e industrial.....	30
4.1.6 Comparación de las absorbancias de los extractos en forma de polvo obtenidos a escala de banco, industrial y la muestra de referencia comercial del Perú.....	31
4.1.7 Determinación de la concentración de alcaloides totales.....	32
4.1.8. Análisis de humedad y proteína del residuo de la extracción a escala industrial.....	33
4.2 Verificación de hipótesis.....	33

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	34
5.2 Recomendaciones.....	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

ANEXOS	41
Anexo I. Harina de maca (<i>Lepidium meyenii</i> Walpers) utilizada como materia prima.	41
Anexo II. Proceso de extracción a nivel de laboratorio.....	41
Anexo III. Determinación de sólidos solubles totales (SST) y absorbancia de los extractos.....	41
Anexo IV. Proceso de concentración, secado por spray dryer del extracto a escala de banco del mejor tratamiento y el extracto en forma de polvo.....	42
Anexo V. Reactor de acero inoxidable utilizado para escala industrial.....	42
Anexo VI. Extracción a escala industrial.....	43
Anexo VII. Centrifugación del extracto a escala industrial.....	43
Anexo VIII. Residuo de la extracción luego del proceso de centrifugación a escala industrial.....	43
Anexo IX. Destilación del extracto a escala industrial.....	44
Anexo X. Secado por spray dryer del extracto a escala industrial y el extracto en forma de polvo.....	44
Anexo XI. Muestra de referencia comercial del Perú.....	45
Anexo XII. Análisis fisicoquímicos de humedad (%), proteína (%) y gluten (%) del extracto en forma de polvo obtenido a escala de banco.....	46
Anexo XIII. Análisis de similitud para determinar glucosinolatos del extracto en polvo obtenido a escala de banco vs la muestra de referencia comercial del Perú.....	49
Anexo XIV. Bencilglucosinolatos del extracto en polvo obtenido a escala de banco vs la muestra de referencia comercial del Perú.....	51
Anexo XV. Análisis microbiológicos del extracto en polvo obtenido a escala de banco.....	53
Anexo XVI. Determinación de la concentración de alcaloides totales.....	54
Anexo XVII. Determinación de proteína (%) del residuo de la extracción a escala industrial.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Factores y niveles del diseño experimental.....	10
Tabla II. Diseño experimental para extracciones preliminares.....	10
Tabla III. Análisis de laboratorio.....	16
Tabla IV. Concentración de sólidos solubles totales y porcentaje de masa de sólidos extraídos en base al MV a escala de laboratorio.....	18
Tabla V. Absorbancia a 330 nm de los diferentes extractos.....	19
Tabla VI. Análisis de varianza de los ensayos en base a la Abs 330 nm.....	20
Tabla VII. Optimización de la respuesta experimental.....	23
Tabla VIII. Concentración de SST, porcentaje de masa de sólidos extraídos en base al MV, Abs 330 nm del extracto sin concentrar a escala de banco.....	24
Tabla IX. Rendimientos de secado por spray dryer a escala de banco.....	27
Tabla X. Análisis del extracto a partir de harina de maca (<i>Lepidium meyenii</i> Walpers) microencapsulado en maltodextrina.....	27
Tabla XI. Concentración de SST, porcentaje de masa de sólidos extraídos en base al MV, Abs 330 nm del extracto sin concentrar a escala industrial.....	29
Tabla XII. Abs de los extractos en forma de polvo.....	31
Tabla XIII. Concentración de alcaloides totales.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Pareto.....	21
Figura 2. Efecto de las interacciones de prueba.....	22
Figura 3. Superficie de respuesta de los tratamientos experimentales.....	23
Figura 4. Concentración de sólidos solubles totales (%) a escala de banco.....	25
Figura 5. Masa de sólidos extraídos en base al material vegetal (%).....	25
Figura 6. Absorbancia a 330 nm del extracto sin concentrar a escala de banco.....	26
Figura 7. Masa de sólidos extraídos en base al material vegetal de todas las escalas.....	31
Figura 8. Comparación de las absorbancias a 330 nm de los extractos en polvo.....	32

RESUMEN

La obtención de un extracto rico en alcaloides a partir de harina de maca (*Lepidium meyenii* Walpers) para uso como ingrediente funcional se obtuvo aplicando un diseño factorial 2^3 , utilizando tres factores de estudio: Factor A, Tiempo de extracción (h); Factor B, Relación material vegetal : volumen de disolvente (MV:D) y Factor C, Tipo de disolvente; a dos niveles, donde se determinó a escala de laboratorio el mejor tratamiento que permitió el ascenso a escala de banco e industrial.

Empleando parámetros óptimos como el tiempo de extracción de 0,5 horas, relación MV:D de 1:10 y etanol 70% como disolvente, se obtuvo una concentración de alcaloides totales de 75,30 mg/kg de extracto de maca en forma de polvo en donde se utilizó como materia prima harina de maca (*Lepidium meyenii* Walpers) ecuatoriana procedente de Cuenca-Azuay, mientras que en la muestra de referencia comercial del Perú se obtuvo 68,26 mg/kg, esta determinación se llevó a cabo por espectrofotometría UV.

En el proceso de secado por aspersion del extracto líquido se alcanzó un rendimiento favorable a escala de banco de $92,36 \pm 1,93$ % mientras que a escala industrial fue de 88,84 %.

Palabras claves: Harina de maca (*Lepidium meyenii* Walpers), alcaloides, ingrediente funcional, diseño factorial, espectrofotometría UV.

ABSTRACT

The obtaining of an alkaloids rich extract from Maca flour (*Lepidium meyenii* Walpers) for use as a functional ingredient, it was obtained by applying a factorial 2^3 design, using three study factors: Factor A, Extraction time (h); Factor B, Vegetal matter: dissolvent volume (MV:D) ratio and Factor C, dissolvent type; at two levels, where it was determined to laboratory scale the best treatment that allowed bank and industrial to scale up.

Using optimum parameters as extraction time 0,5 hours, MV:D relation of 1:10 and ethanol 70% as dissolvent, it was obtained a total alkaloid concentration of 75,30 mg/kg Maca extract in powder form, it was used as raw material Ecuadorian Maca flour (*Lepidium meyenii* Walpers) from Cuenca-Azuay. On the other hand, with the commercial reference sample form Perú there was obtained 68,26 mg/kg, this determined by UV spectrophotometry.

The spray-drying process of the liquid extract, reached a favorable yield was in a bank scale of $92,36 \pm 1,93$ % while an industrial scale was 88,84 %.

Key words: Maca flour (*Lepidium meyenii* Walpers), alkaloids, functional ingredient, factorial design, UV spectrophotometry.

INTRODUCCIÓN

La maca se considera como un cultivo tradicional proveniente de los Andes Centrales Peruanos, crece y se desarrolla en la Ecorregión Puna y región Suni de los departamentos de Pasco y Junín, en altitudes comprendidas entre los 3700 a 4450 m.s.n.m. Se caracteriza por ser una planta que reúne gran calidad alimenticia, productividad alta y además se adapta a condiciones ecológicas extremas donde otros tipos de cultivos no podrían desarrollarse, por efecto de las bajas temperaturas, granizadas, heladas y sequías; de esta manera se considera la única especie del género *Lepidium* domesticada en los Andes Peruanos (**Obregón, 1998**).

La maca se ha utilizado durante años en la medicina tradicional con el fin de tratar problemas de fertilidad, síntomas de reumatismo y menopausia, la mayoría de investigaciones han sido en función de las propiedades como potenciador sexual (**Wang et al., 2007; Cicero et al., 2001; Gonzales et al., 2001; Zheng et al., 2000**).

En cuanto al valor nutricional, la maca está compuesta por 59% de carbohidratos, 10,2% de proteínas, 8,5% de fibra y 2,2% de lípidos. El alto contenido de hierro y calcio, con 16,6 mg y 150 mg por cada 100 gr de peso seco respectivamente, son las principales ventajas, además de estar constituida por un gran número de aminoácidos esenciales como el ácido aspártico, ácido glutámico, glicina, valina, lisina y arginina, especialmente estas dos últimos. Se destaca la presencia de los ácidos grasos insaturados como el palmítico, oleico y linoleico, y entre las vitaminas tenemos a la Tiamina (B₁), Riboflavina (B₂) y Vitamina C (**Dini et al., 1994**).

Algunos investigadores indican que en las raíces de maca se encuentran varios metabolitos secundarios de interés, tales como las macamidas y macaenos, ésteres de ácidos grasos, fitoesteroles, glucosinolatos y alcaloides (**Wang et al., 2007, Piacente et al., 2002**). Se han aislado tres tipos de alcaloides provenientes de raíces de maca según estudios realizados, de los cuales dos de ellos son alcaloides imidazólicos (Lepidilina A y Lepidilina B) y un derivado bencilado denominado macaridina (**Boaling et al., 2003**). Los alcaloides son sintetizados a partir de aminoácidos, por lo tanto son sustancias nitrogenadas complejas que gozan de propiedades básicas, consideradas además como principios activos de vegetales. Los alcaloides ejercen acción fisiológica en el organismo tanto humano como animal, provocando efectos

notables en muy pequeñas cantidades. Se ha demostrado que la acción estimulante del extracto alcaloideo de maca sobre el cerebro y el aparato reproductor tanto femenino como masculino, demuestra una clara y marcada acción en la hipófisis o glándula pituitaria, que controla la maduración sexual, la reproducción, aumento de peso, entre otros (**Sifuentes et al., 2015**). Estudios demuestran que la acción de los alcaloides ha tenido lugar primero en el cerebro, sobre el hipotálamo activando a la glándula de la hipófisis o pituitaria, en el lóbulo anterior donde se encuentran las hormonas gonadotrópicas, folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH), estimulando las hormonas de los órganos reproductores, en el caso de los ovarios para la formación de estrógenos, cuya producción se realiza en los folículos de Graaf y la progesterona que se produce en el cuerpo lúteo, mientras que en los testículos, la hormona folículo estimulante (FSH) va a estimular el crecimiento de los túbulos testiculares y meiosis de las células destinadas a convertirse en espermatozoides. La hormona luteinizante (LH) estimula la función de las células intersticiales, para producir andrógenos (testosterona), hormona sexual masculina (**Chacón, 1997**).

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Tema

Obtención de un extracto rico en alcaloides a partir de harina de maca (*Lepidium meyenii* Walpers) para uso como ingrediente funcional.

1.2 Justificación

Varias son las formas en cómo se puede obtener un beneficio principalmente del reino vegetal, siendo fundamental encontrar nuevas alternativas en el panorama actual de la investigación de productos naturales, donde se ha puesto especial énfasis en las especies vegetales que funcionan como estimulantes del sistema hormonal y esto se ha visto en la maca, una raíz estilo tubérculo que cuenta con grandes beneficios para la humanidad ya que ha demostrado tener un importante efecto a nivel del sistema reproductor, por ser usado principalmente para aumentar la fertilidad, mejorar la falta de libido o deseo sexual, como afrodisíaco, todo esto se debe a los componentes activos responsables de estos efectos que son los alcaloides denominados macaínas que ejercen acción fisiológica sobre el organismo humano, actuando como activadores del hipotálamo, hipófisis y hormonas FSH y LH (hormonas gonadotropinas), y éstas a su vez actúan sobre los órganos reproductores masculino y femenino estimulando al sistema reproductor, mejorando la cantidad y calidad de los espermatozoides en hombres y la maduración de los folículos de Graaf en mujeres (**Chacón, 1997**), provocando efectos notables en pequeñas cantidades, de forma efectiva y natural, además se ha demostrado que el extracto alcaloideo no es tóxico.

Según estudios de la Dra. Chacón en 1990 añade que las macaínas o alcaloides de la maca tiene propiedades en el sistema cardiovascular, ya que aumenta el flujo de la sangre en la zona pélvica y de esta manera estimula la potencia sexual (**Chacón, 1990**). La disponibilidad de la harina de maca (materia prima) es alta ya que es nativa de los Andes del Perú, donde se cultiva por su hipocótilo comestible y además es exportada

como suplemento alimenticio. De esta manera se trata de aprovechar el extracto alcaloideo líquido que se obtiene de la harina de maca aplicando al proceso tecnológico de secado por aspersión o spray dryer permitiendo la preservación y manteniendo las propiedades fisicoquímicas que ayudarán a la estabilidad y biodisponibilidad de los alcaloides como principio activo para luego ser utilizada en una forma farmacéutica.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Determinar los parámetros óptimos para la extracción de alcaloides de harina de maca (*Lepidium meyenii* Walpers).

1.3.2 Objetivos Específicos

- Estudiar la influencia del tiempo, disolventes y relación material vegetal:volumen de disolvente sobre la concentración de alcaloides de harina de maca (*Lepidium meyenii* Walpers).
- Obtener en forma de polvo el extracto de harina de maca (*Lepidium meyenii* Walpers) rico en alcaloides mediante secado por aspersión.
- Determinar la concentración de alcaloides totales del extracto de maca (*Lepidium meyenii* Walpers).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos

La maca contiene carbohidratos, aminoácidos, vitaminas B₁, B₂, B₁₂, C, E y minerales como hierro, calcio, fósforo, potasio, sodio. Se han encontrado flavonoides, dextrinas, antocianinas, terpenoides y alcaloides. Además presenta un alto valor proteico, alta concentración de carbohidratos como celulosa, almidón y lignina, glúcidos como la maltosa; taninos, ácidos grasos y alcaloides, cuyo extracto es el principio activo de la raíz (**Chacón, 1997**).

Los alcaloides forman parte del renio vegetal en hojas, frutos, semillas y raíces; pero también se ha encontrado este compuesto en ciertos animales. Los alcaloides aislados de las raíces de maca, de los cuales dos alcaloides son imidazólicos (lepidilina A y lepidilina B) y un derivado bencilado (1,2-dihidro-N-hidroxipiridina) llamado macaridina, se han determinado mediante espectroscopia de resonancia magnética nuclear (RMN) y los compuestos aislados se los visualizó bajo UV (**Boaling et al., 2003**).

Los alcaloides se encuentran en mayor concentración en el parénquima de la raíz. La combinación de los alcaloides con ácidos da lugar a la formación de sales de alcaloides que son cristalizados y solubles en agua, generalmente presentan sabor amargo. Los alcaloides de la maca son liposolubles, se disuelven en solventes orgánicos es por eso que su presencia ha sido positiva con los extractos de alcohol, acetona y éter sulfúrico, y con el extracto acuoso da negativa (**Chacón, 1997**).

Se demuestra que el extracto alcaloideo de la maca presenta acción estimulante sobre el cerebro y el aparato reproductor tanto femenino como masculino (**Sifuentes, et al., 2015**). Los hallazgos histológicos en ratas demuestran claramente un aumento en la cantidad de espermatozoides, en los tubos seminíferos y aumento de meiosis y espermatogonia en machos, mientras que en hembras estimula la maduración de los

folículos. Su efecto se ha mostrado positivo sobre animales de laboratorio donde se ha utilizado como alimento y fármaco con efecto benigno sobre la sangre y el sistema reproductor, de tal manera se confirma la creencia de su bondad medicinal en toda la etapa de desarrollo humano y animal (**Chacón, 1997**).

Chacón Roldan en 1961 descubrió que el principio activo relacionado a la fertilidad se debe al extracto alcaloide de la maca, lo que generó varios estudios al respecto, en rata albina donde el lote alimentado con el extracto alcaloideo presentó un promedio de 6 crías a comparación de las testigo que fueron de 4 crías, del mismo experimento en cuanto a la propiedad afrodisíaca se observó que el grupo alimentado con extracto de maca presentaba más espermatozoides y a su vez eran más activos, mientras que las hembras en el grupo de maca, se encontró 25 gametocitos y 6 óvulos a comparación del grupo de hembras testigo donde se encontraron 10 gametocitos y 2 óvulos (**Chacón, 1997**).

Un trabajo realizado en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Lima), indica un 95% de motilidad espermática con el extracto alcaloideo de maca y en testigos el 80%, así mismo, se obtuvo una concentración de 1 320 000 espermatozoides por mm^3 con el extracto alcaloideo y 396 000 espermatozoide por mm^3 en testigo (**Cuentas et al., 2000**).

Otros estudios han determinado que los alcaloides de la maca utilizados como alimento es 100% efectivo para producir celo y fertilidad en perras maduras y completas que nunca han tenido celo (**Chura, 2001**).

Las materias primas obtenidas a partir de extractos de plantas se presentan en forma líquida como extractos o tinturas, las cuales tienen un elevado contenido alcohólico para su preservación de la contaminación por microorganismos, esta concentración de alcohol provoca reacciones adversas en estos productos. La obtención de extractos acuosos en polvo mediante secado por aspersion trae ventajas para la industria farmacéutica como su fácil almacenamiento, manipulación y transportación, superior durabilidad y versatilidad además de no contener alcohol. La presencia de compuestos de bajo peso molecular, ocasiona pérdidas en el proceso por adhesión a las superficies internas del equipo, lo que trae como consecuencia baja recuperación de producto.

Para contrarrestar este efecto negativo, se emplean aditivos inertes como el almidón soluble, almidón de maíz, maltodextrina, dióxido de silicio coloidal y celulosa microcristalina, estos favorecen la recuperación porque actúan como coadyuvantes del secado (López et al., 2008).

Actualmente en Ecuador no existen investigaciones que muestren antecedentes científicos sobre la utilización del extracto alcaloideo de maca, razón por la que su utilización sería muy efectiva, además de acoplar tecnologías innovadoras como es el secado por aspersion, para su preservación y estabilidad.

2.2 Hipótesis

2.2.1 Hipótesis nula

No se obtendrá un extracto rico en alcaloides a partir de harina de maca (*Lepidium meyenii* Walpers) empleando parámetros óptimos de tiempo, disolvente y relación material vegetal : volumen de disolvente (MV:D).

2.2.2 Hipótesis alternativa

Se obtendrá un extracto rico en alcaloides a partir de harina de maca (*Lepidium meyenii* Walpers) empleando parámetros óptimos de tiempo, disolvente y relación material vegetal : volumen de disolvente (MV:D).

2.3 Señalamiento de variables de la hipótesis

2.3.1 Variable independiente

Tiempo, disolventes, relación material vegetal : volumen de disolvente (MV:D).

2.3.2 Variable dependiente

Concentración de alcaloides totales, rendimiento.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

- Vasos de precipitación de 50, 250, 500, 1000 ml (Boro 3.3)
- Pipetas volumétricas y serológicas de 1 y 3 ml
- Probetas de 100, 250, 500 y 1000 ml (Boro 3.3)
- Balones de aforo de 250 y 1000 ml
- Tubos de ensayo
- Termómetro de mercurio de 100°C (Ap. $\pm 1,0$ °C)
- Celda de cuarzo (ThermoElectron 10 mm)
- Alcoholímetro según Gay Lussac % Vol. Tp 15 °C
- Micropipeta de 1 ml
- Recipiente de acero inoxidable de 4,5 litros
- Agitadores magnéticos
- Espátula
- Pera de succión
- Envases ámbar de 500 ml
- Lienzo
- Papel aluminio
- Papel filtro

Para la extracción de los alcaloides:

Harina de maca (*Lepidium meyenii* Walpers) 100% natural, etanol 96° GL, ácido sulfúrico p.a 96,5% EMSURE® ISO, agua destilada.

Para el secado por aspersión:

Maltodextrina DE 10 MEELUNIE B.V.

Equipos

- Plancha de calentamiento con agitación (IKA HS-7)
- Electroagitador vertical (Electric Analog Laboratory Overhead Stirrers, model 14-500-215)
- Balanza de humedad (CITIZEN MB200, Max 200g, Min 20 mg)
- Balanza analítica (NewClassic MF, Max 320g)
- Rotaevaporador (EYELA, OSB-2100)
- Espectrofotómetro UV-VIS (HACH DR 5000)
- Mini Spray dryer (BUCHI B-190)
- Reactor de 100 L de acero inoxidable
- Centrífuga de cesto o canasta industrial
- Spray dryer industrial (TPG-100)

Programa estadístico

- Statgraphics Centurion XV

3.2 Métodos

3.2.1 Materia prima.

La harina de maca (*Lepidium meyenii* Walpers) se adquirió de la empresa peruana PRODUCTOS DERIVADOS TAHUANTINSUYO EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA para la escala de laboratorio y banco, mientras que la harina de maca (*Lepidium meyenii* Walpers) para escala industrial se adquirió de Ecuador de la provincia de Azuay.

3.2.2 Escala de laboratorio.

3.2.2.1 Diseño experimental.

Para la determinación de los parámetros óptimos se empleó un diseño experimental factorial 2^3 con un total de 8 ensayos, tales factores de estudio se detallan en la Tabla I y II.

Tabla I. Factores y niveles del diseño experimental.

Factores	Niveles	
	Bajo (-1)	Alto (+1)
A. Tiempo de extracción (h)	0,5	1
B. Relación material vegetal : volumen de disolvente (MV:D)	1:5	1:10
C. Tipo de disolvente	Solución de ácido sulfúrico al 5%	Etanol 70%

Tabla II. Diseño experimental para extracciones preliminares.

Ensayos	A: Tiempo (h)	B: Relación (MV:D)	C: Tipo de disolvente
1	0,5	1:5	Solución H ₂ SO ₄ al 5%
2	1	1:5	Solución H ₂ SO ₄ al 5%
3	0,5	1:10	Solución H ₂ SO ₄ al 5%
4	1	1:10	Solución H ₂ SO ₄ al 5%
5	0,5	1:5	Etanol 70%
6	1	1:5	Etanol 70%
7	0,5	1:10	Etanol 70%
8	1	1:10	Etanol 70%

3.2.2.2 Obtención del extracto líquido.

Para la extracción se utilizó harina de maca (*Lepidium meyenii* Walpers) procedente del Perú, y se siguió el siguiente procedimiento de acuerdo al diseño experimental propuesto:

- Para el primer ensayo relación (MV:D) 1:5, se colocó 190 ml de solución H₂SO₄ al 5% en un vaso de precipitación de 600 ml de capacidad, luego se llevó a la plancha de calentamiento con agitación y se elevó la temperatura hasta 50°C, una vez alcanzada dicha temperatura, se colocó 38 g de harina de maca previamente pesada, se cubrió con papel aluminio para evitar evaporación y se agitó a 1150 rpm (agitación máxima), durante 30 minutos manteniendo la temperatura constante (50°C), el tiempo de extracción

comenzó a contarse al momento en que el material vegetal (Harina de maca) entro en contacto con el disolvente.

- Se realizó el mismo procedimiento según la Tabla II, al final los extractos fueron filtrados en frío una vez que todo precipitó mediante el uso de un embudo, lienzo y luego por papel filtro. Se midió el volumen final del producto filtrado para almacenarlo en envases ámbar de 500 ml y etiquetados, los mismos que fueron puestos en refrigeración y protegidos de la luz.

3.2.2.3 Determinación de sólidos solubles totales (SST).

Para la determinación de sólidos solubles totales se utilizó la balanza de humedad (Citizen MB 200) empleando el principio de gravimetría. Donde se colocó 3 g del extracto líquido, esto fue para cada una de las muestras de los 8 ensayos. El valor de SST se obtuvo mediante la resta del 100% menos el porcentaje emitido por el equipo, el proceso se realizó por duplicado.

3.2.2.4 Determinación del porcentaje de masa de sólidos extraídos.

Se obtuvo mediante la siguiente expresión (López et al., 2008):

$$\% \text{ masa sólidos extraídos} = V_{\text{extracción}} \times \frac{SST}{100} \quad [\text{Ec. 1}]$$

Dónde: $V_{\text{extracción}}$: Volumen en ml de extracto filtrado, SST: Sólidos solubles totales (%).

Para expresar en relación al material vegetal (MV) utilizado se empleó la siguiente expresión (López et al., 2008):

$$\% \text{ masa sólidos extraídos en relación al MV} = \frac{\% \text{ masa sólidos extraídos}}{\text{Peso MV}} \times 100 \quad [\text{Ec. 2}]$$

Dónde: % masa sólidos extraídos en relación al material vegetal utilizado es igual al % masa sólidos extraídos que se obtiene utilizando la Ec. 1 sobre el peso del material vegetal utilizado por 100.

3.2.2.5 Estimación de la concentración de alcaloides.

La estimación de la concentración de las diferentes variantes del diseño experimental se realizó mediante un método espectrofotométrico a 330 nm propuesto por un estudio de **Herrera et al, 2008**, las determinaciones se realizaron por triplicado. El procedimiento seguido fue:

- Se realizó un promedio de los sólidos solubles totales (SST) de cada ensayo con el fin de determinar el ensayo que contenga menor cantidad de SST.
- Se realizaron diluciones en donde se determinó el volumen de etanol 70% para diluir mediante la siguiente expresión:

$$(V \cdot C)_{concentrado} = (V \cdot C)_{diluido}$$

$$V_{diluido} = \frac{(V \cdot C)_{concentrado}}{C_{diluido}} \quad [\text{Ec. 3}]$$

Dónde: $V_{concentrado}$: 5 ml del extracto obtenido, $C_{concentrado}$: concentración promedio de SST de cada ensayo en %, $C_{diluido}$: concentración promedio de SST menor obtenida en %, Respuesta $V_{diluido}$: Volumen en ml de etanol 70% para diluir.

- Se tomaron 5 ml del extracto obtenido y se adicionó el volumen de etanol 70 % que se determinó con la Ec. 3, de esta manera se llevó todas las muestras a una concentración menor, de esta dilución se tomó 1 ml y se agregó 14 ml de etanol 70 %, para luego medir la absorbancia a 330 nm en el espectrofotómetro UV-Vis (HACH DR 5000) donde se empleó una celda de cuarzo (ThermoElectron 10 mm), como blanco se utilizó etanol 70 %, para el ensayo que presentó un promedio menor de SST, se tomó directo del envase 1 ml y luego fue medido a la misma longitud de onda, las mediciones se realizaron por triplicado.

3.2.3 Escala de banco

3.2.3.1 Obtención y análisis del extracto líquido.

El escalado se realizó teniendo en cuenta las condiciones del mejor ensayo obtenido en la escala de laboratorio, en donde se utilizó un recipiente de acero inoxidable con capacidad para 4,5 litros. Se pesó la cantidad de harina de maca de acuerdo a la relación (MV:D) para un volumen de 4 L de disolvente. Se colocó 4 L del disolvente en el recipiente, se calentó en la plancha de calentamiento a 50 °C, una vez que se alcanzó esta temperatura se agregó la harina de maca con agitación constante utilizando un electroagitador vertical (Electric Analog Laboratory Overhead Stirrers, model 14-500-215) a 1200 rpm durante el tiempo determinado por el mejor ensayo, una vez transcurrido ese período, el producto de la extracción se filtró a través de lienzo y luego con papel filtro, se desechó la torta y se registró el volumen final obtenido. Se determinó el contenido de sólidos solubles totales y absorbancia a 330 nm por duplicado con el mismo método a escala de laboratorio (Ítem 3.2.2.3 y 3.2.2.5).

3.2.3.2 Concentración del extracto líquido.

El extracto líquido filtrado que se obtuvo se colocó en el balón de vidrio del rotaevaporador (EYELA, OSB-2100) y se sometió a calentamiento a 80 °C con rotación máxima de 100 rpm, para destilar el etanol contenido en el extracto, se seleccionó el programa ETANOL que marca una presión de 540 ± 3 hPa, el proceso de destilación se llevó a cabo hasta que no se evidenció la salida de etanol del extracto. Además se analizó el contenido de sólidos solubles totales del concentrado según el Ítem 3.2.2.3. Se midió el grado alcohólico del etanol recuperado utilizando un alcoholímetro según Gay Lussac % Vol. Tp 15 °C para su posterior reutilización.

3.2.3.3 Secado por aspersión (Spray dryer).

Se utilizó todo el volumen concentrado que se obtuvo del rotaevaporador para determinar la cantidad de maltodextrina y esta fue añadida al extracto concentrado mediante agitación en la plancha de calentamiento a una temperatura de 50 °C para

que se disuelva en el extracto. La cantidad de maltodextrina a adicionar se calculó aplicando las siguientes expresiones (López et al., 2008):

$$ST = \frac{SC}{100} \times VC \quad [\text{Ec. 4}]$$

Dónde: ST: sólidos totales (g), SC: sólidos del concentrado, VC: volumen del concentrado.

$$70 \text{ g sólidos totales} \text{ --- } 30 \text{ g maltodextrina} \quad [\text{Ec. 5}]$$

$$ST \text{ (g)} \text{ --- } x = \text{ g maltodextrina}$$

Dónde: Por cada 70 gramos de sólidos totales se debe colocar 30 gramos de maltodextrina, y según ST obtenido del concentrado se calculó la cantidad de maltodextrina a utilizar.

Se colocó la manguera de alimentación del Spray dryer (BUCHI B-190) y se programó a una temperatura de entrada de 150 °C y salida de 80 °C, se agitó manualmente el recipiente que contenía el extracto para que ingrese al spray dryer. Se recolecto el polvo obtenido del proceso, el mismo que fue pesado para la determinación del rendimiento con la siguiente expresión (López et al., 2008):

$$\%Rendimiento = \frac{\text{Peso obtenido}}{\text{Peso teórico}} * 100 \quad [\text{Ec. 6}]$$

Dónde: El peso teórico es la suma de ST (g) y gramos de maltodextrina utilizada.

3.2.4 Escala industrial

3.2.4.1 Obtención y análisis del extracto líquido.

Se utilizó un reactor doble chaqueta de acero inoxidable con capacidad para 100 L, se pesó la cantidad de harina de maca de acuerdo a la relación (MV:D) para un volumen de 100 L de disolvente. Se colocó 100 L del disolvente en el reactor, con agitación a 750 rpm y se llevó a 50°C, una vez que se alcanzó esta temperatura se agregó la harina de maca con agitación durante el tiempo determinado por el mejor ensayo, una vez transcurrido ese período se apagó el reactor y se dejó enfriar el extracto, luego se centrifugó el producto utilizando la centrífuga de cesto o canasta a una velocidad de 1700 rpm y el residuo o torta se almacenó para su posterior análisis y se registró el

volumen final obtenido. Se determinó el contenido de sólidos solubles totales y la absorbancia a 330 nm por duplicado con el mismo método a escala de laboratorio (Ítem 3.2.2.3 y 3.2.2.5)

3.2.4.2 Concentración del extracto líquido.

El extracto líquido filtrado que se obtuvo se colocó en el mismo reactor doble chaqueta de acero inoxidable utilizado para la extracción, al que fue acoplado para la destilación un condensador, se sometió a calentamiento el extracto y el agua contenida en la chaqueta a 80°C, con agitación de 750 rpm, a presión atmosférica, para destilar el etanol contenido en el extracto, el proceso de destilación se llevó a cabo hasta que no se evidenció la salida de etanol del extracto. Además se analizó el contenido de sólidos solubles totales del concentrado según el Ítem 3.2.2.3 por duplicado. Se midió el grado alcohólico del etanol recuperado utilizando un alcoholímetro según Gay Lussac % Vol. Tp 15 °C para su posterior reutilización.

3.2.4.3 Secado por aspersion (Spray dryer).

Se utilizó todo el volumen concentrado luego de la destilación para determinar la cantidad de maltodextrina y esta fue añadida al extracto concentrado mediante agitación a 750 rpm y a una temperatura de 50°C para que se disuelva en el extracto. La cantidad de maltodextrina se obtuvo aplicando la ecuación 4 y 5 (**López et al., 2008**).

El ingreso del extracto de maca al spray dryer industrial (TPG-100) se realizó mediante una tubería de acero inoxidable, se programó la temperatura de entrada a 150 °C y salida 80 °C. El polvo obtenido del proceso fue colectado en el área de recolección del producto y pesado para la determinación del rendimiento utilizando la ecuación 6 (**López et al., 2008**).

3.2.5 Estimación de la concentración de alcaloides del extracto en polvo.

Se estimó a través de la comparación del extracto en polvo obtenido del secado por aspersion tanto a escala de banco como a escala industrial y se comparó con un extracto de referencia comercial del Perú. Para ello se pesaron 5 g de cada extracto y se disolvió

en 100 ml de agua destilada (dilución al 5%), de esta dilución se tomó 1 ml y se diluyó en 4 ml de agua destilada. Luego se determinó mediante un método espectrofotométrico a 330 nm, como blanco se utilizó agua destilada y se realizaron cuatro mediciones.

Además se determinó la humedad del extracto en polvo obtenido a escala industrial mediante la utilización de la balanza de humedad (Citizen MB 200). En el porta muestras de la balanza se colocaron 3 g del extracto en polvo, luego se registró el valor final emitido por el equipo, el proceso se realizó por duplicado.

3.2.6 Análisis de laboratorio.

Del producto obtenido se envió una muestra a un laboratorio acreditado para la evaluación fisicoquímica y microbiológica de los indicadores que se detallan a continuación.

Tabla III. Análisis de laboratorio.

Producto		Análisis solicitado	Unidades	Método utilizado	
Extracto de maca escala de banco	Organolépticos	Color del polvo	----	Visual	
		Apariencia del polvo	----	Visual	
		Olor del polvo	----	Sensorial	
		Color del producto reconstituido en agua	----	Visual	
	Fisicoquímicos	Humedad	%	AOAC 925.10	
		Glucosinolatos	%	HPLC	
		Proteína	% (F: 6,25)	AOAC 2001.11	
		Glúten	%	Veratox Gliadin R5	
	Microbiológicos	Recuento de aerobios totales	UFC/g	AOAC 990.12	
		Recuento de mohos	UFC/g	AOAC 997.02	
		Recuento de levaduras	UFC/g	AOAC 997.02	
		Salmonella spp.	Detección/25 g	AOAC 2013.09	
		Recuento de <i>E. coli</i>	UFC/g	AOAC 991.14	
	Extracto de maca peruana y ecuatoriana escala industrial	Fisicoquímicos	Alcaloides	mg/Kg	AMC SCILIFE 2012
	Residuo de la extracción escala industrial		Proteína	% (Nx6,25)	PE16-5.4-FQ. AOAC Ed 20, 2016 2001.11

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis y discusión de resultados.

4.1.1 Escala de laboratorio.

La harina de maca (*Lepidium meyenii* Walpers) se sometió a diferentes factores: (Factor A) tiempo de extracción (h), (Factor B) relación material vegetal : volumen de disolvente (MV:D) y (Factor C) tipo de disolvente, manteniendo durante todo el proceso una temperatura de 50 °C, ya que según el estudio de **Kato et al., 2007** menciona que es importante mantener la temperatura durante la extracción dentro de las condiciones establecidas ya que permite obtener el extracto con alta potencia y que es preferible mantener la temperatura inferior al punto de ebullición del disolvente. En términos concretos, en el estudio realizado la temperatura del disolvente durante la extracción fue preferiblemente de 20 a 75 °C y más favorable de 40 a 60 °C. Razón por la cual se determinó 50 °C como temperatura de extracción en el presente trabajo. Además que en otro estudio realizado por **Cui et al., 2004** indica que se utilizó 50°C como temperatura favorable para el proceso de extracción.

A escala de laboratorio se aplicó un diseño factorial 2^3 , con un total de 8 ensayos. En la Tabla IV se indica las concentraciones de sólidos solubles totales (SST) de los ensayos que se encuentran en un intervalo de $2,10 \pm 0,13$ a $12,32 \pm 0,19$ % p/v.

Se observa que los valores de SST y el porcentaje de masa de sólidos extraídos en base al material vegetal utilizado son mayores al utilizar una solución de H₂SO₄ al 5% (agua acidulada), ya que al emplear una solución acuosa de un ácido inorgánico como es el ácido sulfúrico en la extracción, este extrae todas las sustancias solubles en agua, tales como: proteínas, aminoácidos, almidón, saponinas. Además solo se extrae alcaloides en forma de sales, mientras que al utilizar etanol al 70% que es un disolvente de alta polaridad permite extraer los alcaloides tanto en forma libre, como en forma de sus sales (**Sharapin, 2000**).

El porcentaje de masa de sólidos extraídos en base al material vegetal del ensayo 7 presentó un valor de $18,33 \pm 0,11$ superior a los ensayos realizados con etanol 70% como disolvente.

Tabla IV. Concentración de sólidos solubles totales y porcentaje de masa de sólidos extraídos en base al MV a escala de laboratorio.

Ensayos	Tiempo (h)	Relación (MV:D)	Disolvente	SST (% p/v)	Masa de sólidos extraídos en base al MV (%)
1	0,5	1:5	Solución H ₂ SO ₄ al 5%	$11,07 \pm 0,04$	$31,45 \pm 0,11$
2	1	1:5	Solución H ₂ SO ₄ al 5%	$12,32 \pm 0,19$	$37,32 \pm 0,59$
3	0,5	1:10	Solución H ₂ SO ₄ al 5%	$11,26 \pm 0,10$	$88,89 \pm 0,76$
4	1	1:10	Solución H ₂ SO ₄ al 5%	$11,43 \pm 0,04$	$86,01 \pm 0,32$
5	0,5	1:5	Etanol 70%	$4,41 \pm 0,03$	$16,47 \pm 0,11$
6	1	1:5	Etanol 70%	$4,32 \pm 0,15$	$15,46 \pm 0,53$
7	0,5	1:10	Etanol 70%	$2,10 \pm 0,13$	$18,33 \pm 0,11$
8	1	1:10	Etanol 70%	$2,36 \pm 0,01$	$17,12 \pm 0,20$

MV:D. Relación material vegetal: volumen de disolvente. **SST:** Concentración de sólidos solubles totales (%) **MV:** Material Vegetal.

4.1.2 Determinación del mejor tratamiento.

Para la determinación del mejor tratamiento se analizó los valores obtenidos de absorbancia a 330 nm como respuesta experimental, ya que estudios realizados por **Herrera et al., 2008**, describen la validación de un método cuali-cuantitativo de alcaloides por espectrofotometría UV con máximos de absorción de 330-335 nm de longitud de onda.

Se estimó la concentración de las diferentes variantes del diseño experimental, para determinar el efecto que provoca el tiempo de extracción (h), la relación material vegetal : volumen de disolvente (MV:D) y el tipo de disolvente en el proceso de obtención del metabolito vegetal.

A través de la absorbancia a 330 nm se determinó el mejor ensayo para ser utilizado a escala de banco e industrial, siendo este el ensayo 7 con un tiempo de 0,5 h; relación MV:D 1:10 y etanol 70% como disolvente, que presentó un valor más alto de absorbancia de 0,593 como se observa en la Tabla V. Ya que según la Ley de Lambert-Beer establece que la absorbancia de una muestra es directamente proporcional a la concentración de la especie absorbente (**Harris, 1992**).

Tabla V. Absorbancia a 330 nm de los diferentes extractos.

Ensayos	Abs 330 nm
1	0,355 ± 0,027
2	0,427 ± 0,003
3	0,212 ± 0,004
4	0,254 ± 0,002
5	0,414 ± 0,001
6	0,388 ± 0,002
7	0,593 ± 0,004
8	0,352 ± 0,003

Abs: Absorbancia de los ensayos a 330 nm

La tabla ANOVA o análisis de varianza presenta los valores de variabilidad de los factores y sus interacciones, esto se observa en la Tabla VI que los seis efectos presentan un valor-P < 0,05 lo que implica que los factores A. Tiempo de extracción (h); B. Relación material vegetal : volumen de disolvente (MV:D); C. Tipo de disolvente y sus interacciones dobles, son estadísticamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95%.

Tabla VI. Análisis de varianza de los ensayos en base a la Abs 330 nm.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tiempo	0,0105002	1	0,0105002	11,79	0,0037 *
B:Relación MV:D	0,0131602	1	0,0131602	14,78	0,0016 *
C:Disolvente	0,0990735	1	0,0990735	111,28	0,0000 *
AB	0,0250907	1	0,0250907	28,18	0,0001 *
AC	0,0500507	1	0,0500507	56,22	0,0000 *
BC	0,0844907	1	0,0844907	94,90	0,0000 *
Bloques	0,000195083	2	0,0000975417	0,11	0,8969
Error total	0,0133544	15	0,000890294		
Total	0,295915	23			

MV:D. Relación material vegetal : volumen de disolvente. **AB:** Interacción ente el Tiempo de extracción (h) y Relación material vegetal : volumen de disolvente. **AC:** Interacción entre el Tiempo de extracción (h) y Tipo de disolvente. **BC:** Interacción entre la Relación material vegetal : volumen de disolvente y Tipo de disolvente. **Fuente:** Fuente de variación donde están todos los factores que intervienen en el diseño. **GL:** Grados de libertad. **Razón-F:** Razón de varianza. **Valor-P:** Indica el nivel de significancia, los valores menores que 0,05 indican que las medias de las muestras son significativamente diferentes. *: Indica que son estadísticamente diferentes.

En la Figura 1 se observa el diagrama de Pareto, que separa gráficamente los aspectos más significativos, las barras más largas que corresponden al factor C (Tipo de disolvente) y la interacción BC (Relación MV:D y Tipo de disolvente) muestran en donde se deberá hacer una mejora general que al reducir las barras más pequeñas, ya que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) y las que son menos importantes (los muchos y triviales).

El tipo de disolvente es más significativo porqué los alcaloides de la maca se disuelven en ellos, por lo tanto se deberá determinar el mejor disolvente para obtener una alta concentración de alcaloides. Al igual que la interacción BC que depende de que cantidad de material vegetal y disolvente utilice. De todo esto dependerá la obtención del extracto rico en alcaloides a partir de la harina de maca.

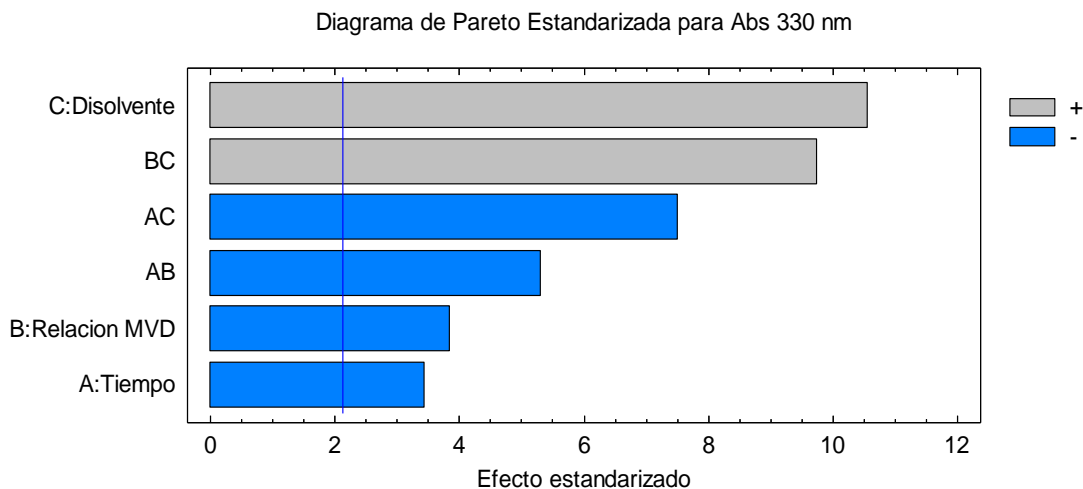


Figura 1. Diagrama de Pareto

BC: Interacción entre la Relación material vegetal : volumen de disolvente y Tipo de disolvente. **AC:** Interacción entre el Tiempo de extracción (h) y Tipo de disolvente. **AB:** Interacción ente el Tiempo de extracción (h) y Relación material vegetal : volumen de disolvente. Los efectos que se extienden más allá de la línea de referencia son significativos.

En la Figura 2 se muestra las interacciones dobles entre los factores de estudio, las líneas cruzadas indican un elevado grado de interacción, esta tendencia de interacción entre los dos factores aumenta a medida que las líneas tienden a cruzarse, como sucede en la interacción AB (Tiempo de extracción y Relación material vegetal : volumen de disolvente), mientras que la interacción AC (Tiempo de extracción y tipo de disolvente) y BC (Relación material vegetal : volumen de disolvente y tipo de disolvente) presentan una leve interacción.

En la interacción AB al utilizar el tiempo de 1 h y la relación 1:5 la absorbancia incrementa, en la interacción AC con un tiempo 0,5 h y etanol 70%, la absorbancia es mayor; mientras que en la interacción BC con una relación 1:10 y etanol 70% su absorbancia incrementa. De tal manera que para obtener un valor mayor se absorbancia se deberá utilizar un tiempo de extracción de 0,5 h; relación MV:D de 1:10 y etanol 70% como disolvente.

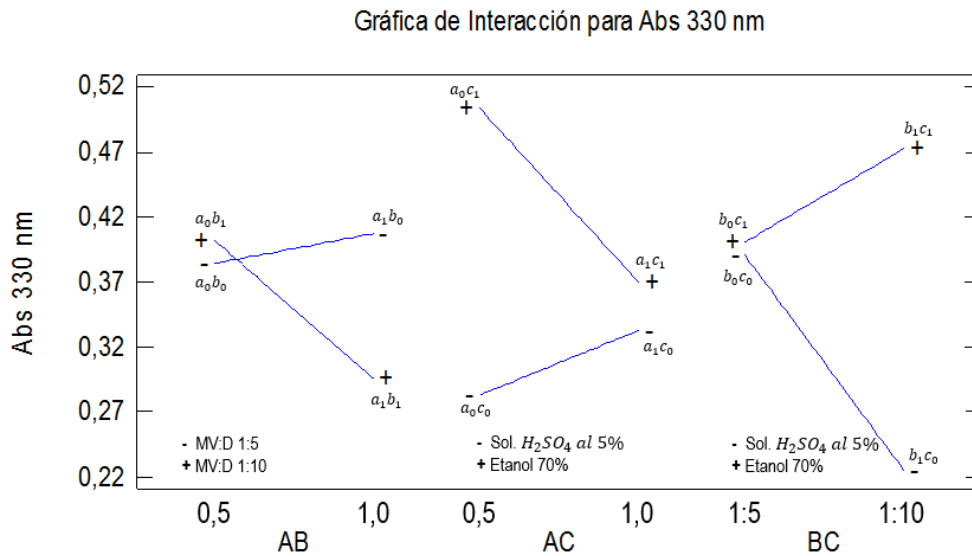


Figura 2. Efecto de las interacciones de prueba

AB: Interacción entre el Tiempo de extracción (h) y Relación material vegetal : volumen de disolvente. **AC:** Interacción entre el Tiempo de extracción (h) y tipo de disolvente. **BC:** Interacción entre Relación material vegetal : volumen de disolvente y tipo de disolvente. **MV:D.** Material vegetal : volumen de disolvente. **a₀b₀:** 0,5 h y 1:5. **a₀b₁:** 0,5 h y 1:10. **a₁b₀:** 1 h y 1:5. **a₁b₁:** 1 h y 1:10. **a₀c₀:** 0,5 h y sol. H₂SO₄ al 5%. **a₀c₁:** 0,5 h y etanol 70%. **a₁c₀:** 1 h y sol. H₂SO₄ al 5%. **a₁c₁:** 1 h y etanol 70%. **b₀c₀:** 1:5 y sol. H₂SO₄ al 5%. **b₀c₁:** 1:5 y etanol 70%. **b₁c₀:** 1:10 y sol. H₂SO₄ al 5%. **b₁c₁:** 1:10 y etanol 70%. **AC:** Interacción negativa. **BC:** Interacción positiva.

En la Figura 3 se observa la superficie de respuesta que permite hallar la combinación de los niveles de las variables que optimizan la respuesta. Donde están inmersos los tres factores con sus dos niveles, indicando que los valores más altos de absorbancia a 330 nm se inclinan al factor A. Tiempo de extracción 0,5 horas; B. Relación (MV:D) 1:10 y C. Tipo de disolvente: etanol 70%.

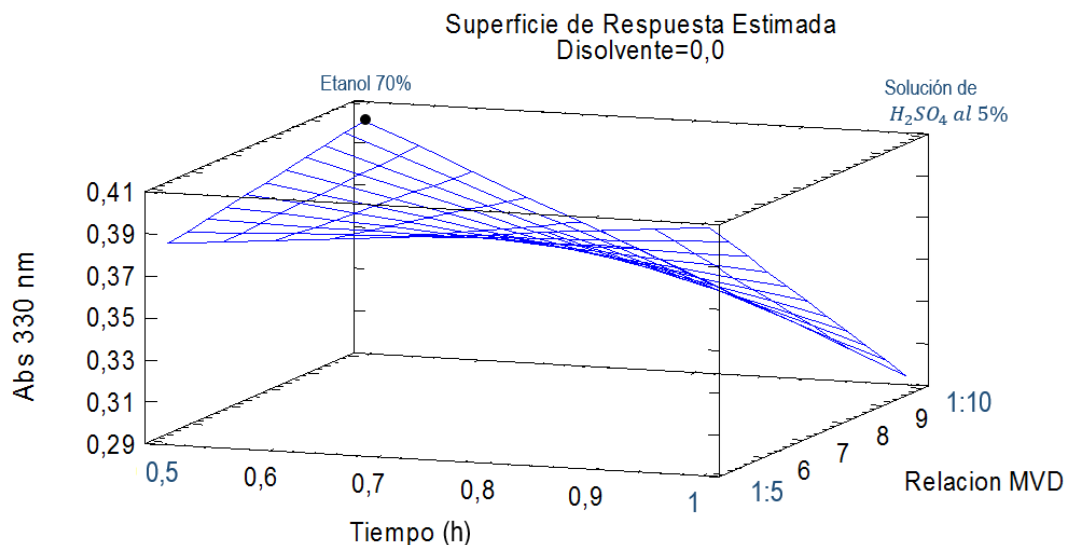


Figura 3. Superficie de respuesta de los tratamientos experimentales

MV:D. Relación material vegetal : volumen de disolvente (1:5 y 1:10). Tiempo en horas (0,5 y 1). **Disolvente:** Tipo de disolvente (Solución de H_2SO_4 al 5% y Etanol 70%). ● Punto más alto en donde la absorbancia es mayor. La metodología de superficie de respuesta permitió optimizar la variable de interés, de tal manera se logró determinar las condiciones óptimas para el proceso de extracción.

A través del análisis de optimización de respuesta se obtuvo el mejor tratamiento, ya que la optimización de respuestas ayuda a identificar los valores de configuración de las variables que, en combinación, optimizan una respuesta sea individual o un conjunto de respuestas. En la Tabla VII describe que el tiempo de 0,5 h; relación MV:D 1:10 y etanol 70% como disolvente es el tratamiento óptimo para su posterior ascenso a escala de banco.

Tabla VII. Optimización de la respuesta experimental

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Tiempo (h)	0,5	1	0,5
Relación material vegetal : volumen de disolvente (MV:D)	1:5	1:10	1:10
Tipo de disolvente	Solución de ácido sulfúrico al 5 %	Etanol 70%	Etanol 70%

MV: Material vegetal. **D:** Volumen de disolvente. La meta de la optimización fue maximizar la respuesta, ya que se desea lograr que la configuración de los factores produzca el rendimiento más alto. En esta tabla se describe los factores con sus niveles altos y bajos, determinando el óptimo.

4.1.3 Escala de banco.

Se realizó el proceso de extracción a nivel de banco utilizando las mismas condiciones de laboratorio con las que se obtuvo el mayor rendimiento de extracción, siendo 0,5 horas; relación MV:D 1:10 y etanol 70% como disolvente, este proceso se realizó en 3 lotes, donde en el lote 2 y parte del 3 se utilizó el etanol recuperado del proceso de destilación del lote 1, se midió con el alcoholímetro dando un valor de 78° GL y a partir de este se preparó al 70%.

Los resultados a escala se banco de registran en la Tabla VIII del extracto sin concentrar en el rotaevaporador de cada lote. Los valores de sólidos solubles totales (SST), porcentaje de masa de sólidos extraídos en base al material vegetal y la absorbancia a 330 nm son similares al ensayo 7 seleccionado como el mejor a escala de laboratorio, de tal manera es reproducible a nivel de banco en este proyecto de investigación.

Tabla VIII. Concentración de SST, porcentaje de masa de sólidos extraídos en base al MV, Abs 330 nm del extracto sin concentrar a escala de banco.

Lotes	SST (% p/v)	Masa de sólidos extraídos en base al MV (%)	Abs 330 nm
1			
Volumen etanol 70% : 4L Peso MV: 400 g	2,20 ± 0,05	19,22 ± 0,41	0,592 ± 0,002
2			
Volumen etanol 70% : 2L Peso MV: 200 g	2,21 ± 0,02	19,05 ± 0,18	0,594 ± 0,003
3			
Volumen etanol 70% : 3,9L Peso MV: 390 g	2,19 ± 0,01	19,14 ± 0,12	0,592 ± 0,002

SST: Concentración de sólidos solubles totales (%).

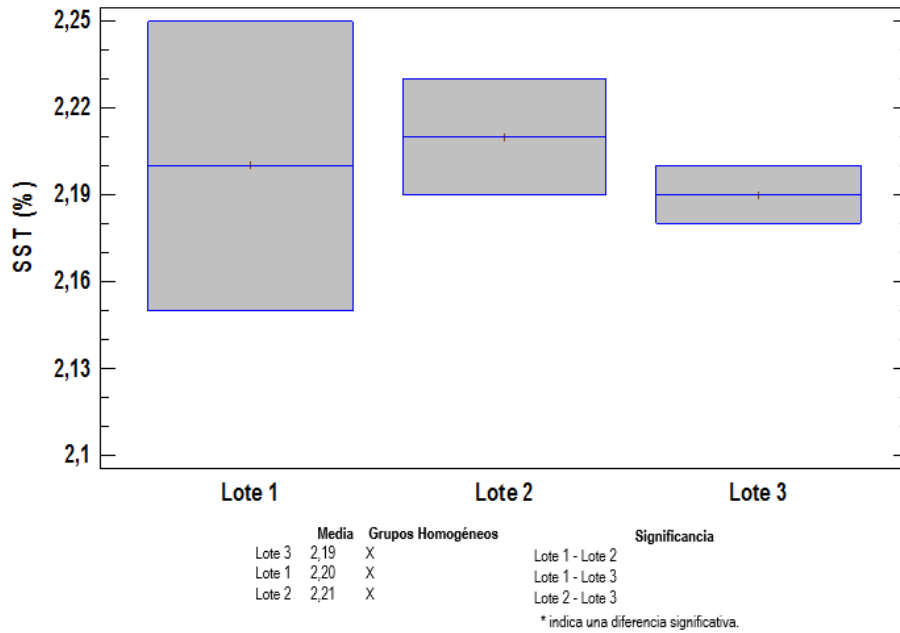


Figura 4. Concentración de sólidos solubles totales (%) a escala de banco

SST: Concentración de sólidos solubles totales (%). No presentan diferencias significativas entre los lotes a escala de banco para la concentración de sólidos solubles totales del extracto sin concentrar.

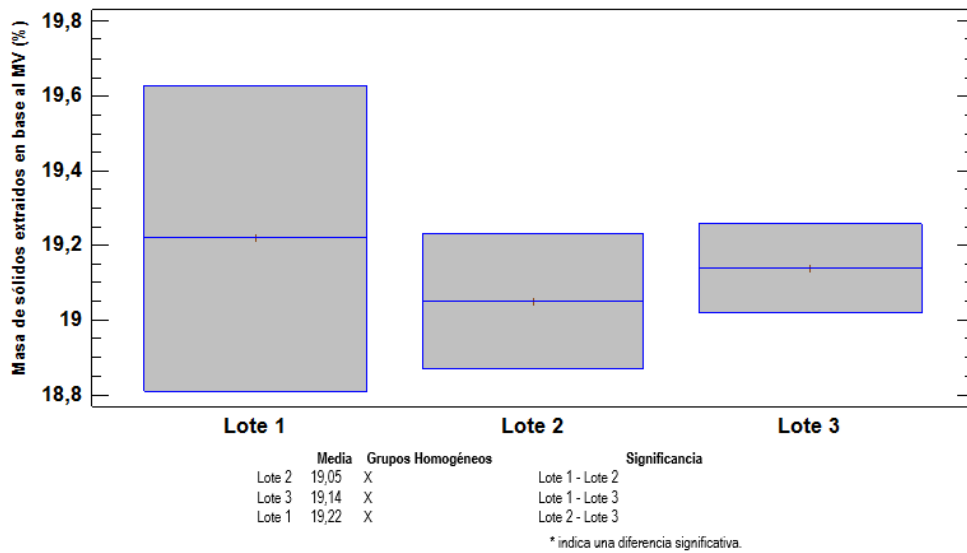


Figura 5. Masa de sólidos extraídos en base al MV (%) a escala de banco

MV: Material vegetal. No presentan diferencias significativas entre los lotes a escala de banco para la masa de sólidos extraídos en base al material vegetal (%) en el extracto sin concentrar.

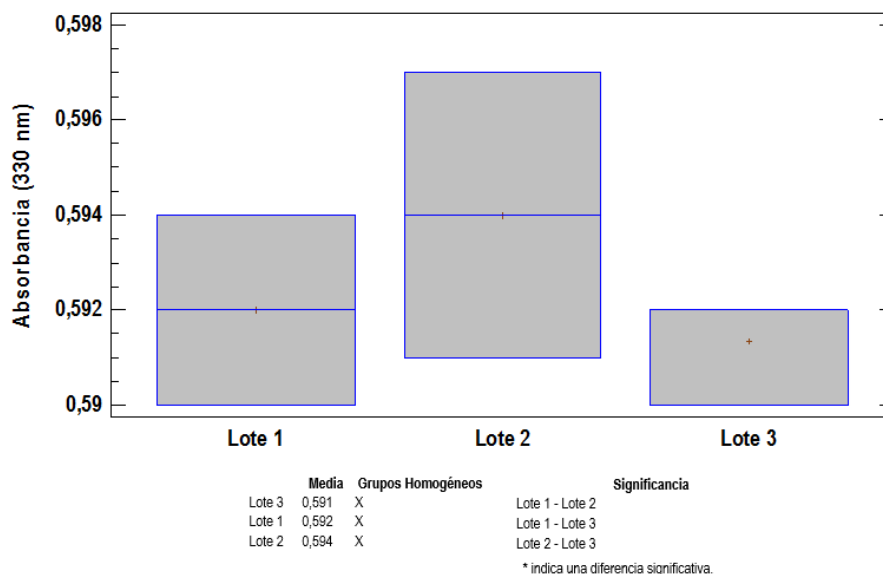


Figura 6. Absorbancia a 330 nm del extracto sin concentrar a escala de banco

Los valores de absorbancia a 330 nm del extracto sin concentrar a escala de banco no presentan diferencias significativas entre los lotes.

Luego del proceso de concentración del extracto se obtuvo una concentración de sólidos solubles totales de $9,55 \pm 0,01$ % para el lote 1; $9,66 \pm 0,02$ lote 2 y $9,95 \pm 0,01$ lote 3, datos utilizados para el cálculo de la cantidad de maltodextrina a emplear.

4.1.3.1 Secado por aspersión del extracto concentrado.

El volumen obtenido de extracto concentrado se secó utilizando el spray dryer con una temperatura de entrada y salida de $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ respectivamente para obtenerlo en forma de polvo. Se obtuvo 61,1 g para el lote 1; 34,8 g lote 2 y 58,4 g lote 3.

El uso de un aditivo inerte como la maltodextrina permitió recuperar el producto ya que actúa como coadyuvante del secado, debido a que los extractos secos por sí solos son altamente higroscópicos y dicho inconveniente disminuye con la presencia de aditivos, a su vez esto genera garantía de un mayor tiempo de vida del producto (López et al., 2006). De tal manera se obtuvo un producto en forma de polvo rico en alcaloides con un rendimiento superior al 90%, como se observa en la Tabla IX, útil para ser usado como ingrediente funcional.

Tabla IX. Rendimientos de secado por spray dryer a escala de banco.

Lotes	Muestra	Rendimiento (%)
1	Extracto en polvo	90,76
2	Extracto en polvo	91,83
3	Extracto en polvo	94,50
Promedio general		92,36 ± 1,93

El rendimiento de secado por aspersion del extracto alcohólico de harina de maca (*Lepidium meyenii* Walpers) microencapsulado en maltodextrina presenta valores aceptables para extractos vegetales, esto se verifica con el estudio realizado por **López et al., 2006**, para la producción de polvo de *Calendula officinalis* L, donde utiliza una temperatura de entrada del aire y salida de 120 °C y 80 °C respectivamente, obteniendo un rendimiento superior al 90%. El uso de la tecnología spray dryer permite preservar los componentes naturales del extracto y proporciona buena estabilidad del producto final.

4.1.3.2 Análisis de laboratorio de la muestra en polvo a escala de banco.

Se realizaron análisis organolépticos, fisicoquímicos y microbiológicos al producto final en forma de polvo utilizando normas y métodos acreditados, esto se presenta en la Tabla X.

Tabla X. Análisis del extracto a partir de harina de maca (*Lepidium meyenii* Walpers) microencapsulado en maltodextrina.

	Requisitos de calidad	Resultado	Límite de aceptación	Método de ensayo
Organolépticos	Color del polvo	Beige	-----	Visual
	Apariencia del polvo	Fino, fluido y sin grumos	-----	Visual
	Olor del polvo	Característico	-----	Sensorial
	Color del producto reconstituido en agua	Beige	-----	Visual
Fisicoquímicos	Humedad (%)	3,4	≤ 10	AOAC 925.10
	Glucosinolatos (%)	0,60	≤ 1	HPLC
	Proteínas (F: 6,25) (%)	3,13	≥ 11	AOAC 2001.11
	Gluten (%)	< 5	≤ 8	Veratox Gliadin R5

Microbiológicos	Recuento de aerobios totales (UFC/g)	< 10	$\leq 10^3$	AOAC 990.12
	Recuento de mohos (UFC/g)	$4,9 \times 10^2$	≤ 300	AOAC 997.02
	Recuento de levaduras (UFC/g)	< 10	≤ 300	AOAC 997.02
	Salmonella spp. (Detección en 25 g)	Ausencia	Ausencia	AOAC 2013.09
	Recuento de <i>E. coli</i>	<10	≤ 10	AOAC 991.14

Se observa en el Anexo IV que el polvo es de color beige, fino y sin grumos, en cuanto a los análisis fisicoquímicos (Anexo XII) los resultados expresados de humedad, glucosinolatos y gluten se encuentran dentro de los límites permitidos, mientras que el contenido de proteína es baja puede deberse al efecto del etanol que actúa como agente químico desnaturizante.

Dentro de estos análisis se comparó el extracto en polvo obtenido a escala de banco vs la muestra de referencia comercial del Perú para determinar la presencia de glucosinolatos donde se reportó un 99,99% de similitud de la muestra en polvo obtenida a escala de banco utilizando HPLC, esto se puede observar en el Anexo XIII, además se determinó que en las dos muestras (extracto obtenido en escala de banco y extracto peruano) presentaron 0,60% de glucosinolatos o también denominados bencilglucosinolatos esto se observa en el Anexo XIV. Según un estudio realizado por **Ayambo, 2006** indica la optimización del proceso de extracción etanólica de maca y obtiene resultados de 0,475% de concentración de glucosinolatos, con esto se comprueba que en este trabajo el porcentaje es superior al presentado en el estudio antes realizado.

Estudios realizados por **Li et al., 2001** indica que la composición porcentual de glucosinolatos en maca fresca es alrededor de 1 %, y que a comparación de cultivos de crucíferas como la coliflor, col y brócoli es aproximadamente, 100 veces mayor; pero este contenido varía decrecientemente en hipocótilos de frescos a secos. Además se ha comprobado que el contenido de glucosinolatos se encuentra en menor cantidad en las raíces de maca seca y productos procesados y que presenta efecto anticancerígeno de las glándulas mamarias y del estómago (**Gutiérrez et al., 2002**).

Los análisis microbiológicos muestran que el recuento de mohos se encuentra fuera de los límites permitidos, esto se puede dar ya que en el lugar donde se llevó a cabo la investigación no presenta las condiciones inocuas para el proceso de obtención del extracto en forma de polvo a pesar de los cuidados pertinentes que se aplicó. Para el recuento de aerobios totales, levaduras, *Salmonella* y *E. coli* están dentro del límite de aceptación. Los análisis microbiológicos se muestran en el Anexo XV.

4.1.4 Escala industrial.

Se realizó el proceso de extracción a escala industrial utilizando las mismas condiciones de laboratorio con las que se obtuvo el mayor rendimiento de extracción, siendo 0,5 horas; relación MV:D 1:10 y etanol 70% como disolvente.

Los resultados a escala industrial de registrar en la Tabla XI del extracto sin concentrar, los valores de sólidos solubles totales (SST), porcentaje de masa de sólidos extraídos en base al material vegetal y la absorbancia a 330 nm se encuentran al doble de los valores presentados tanto a escala de laboratorio como la de banco, esto puede deberse a que en dicha escala existe mayor transferencia de masa y de tal manera los valores incrementen. Se obtuvo un volumen de 82 L de extracto.

Tabla XI. Concentración de SST, porcentaje de masa de sólidos extraídos en base al MV, Abs 330 nm del extracto sin concentrar a escala industrial.

Lote	SST (% p/v)	Masa de sólidos extraídos en base al MV (%)	Abs 330 nm
Volumen etanol 70% : 100 L Peso MV: 10 Kg	4,41 ± 0,01	36,12 ± 0,06	1,075 ± 0,001

SST: Concentración de sólidos solubles totales.

Luego del proceso de concentración del extracto se obtuvo un volumen de 17 L y un SST de 20,86 ± 0,26; este último valor es más alto que el obtenido a escala de banco y será utilizado para el cálculo de la cantidad de maltodextrina a emplear. Además se midió el etanol recuperado con el alcoholímetro dando un valor de 80° GL.

4.1.4.1 Secado por aspersión del extracto concentrado.

Se utilizó el spray dryer industrial para obtener el extracto concentrado en forma de polvo. De un volumen de 17 litros de extracto concentrado se obtuvo 4,80 kg de extracto en polvo que presentó coloración beige oscura, el peso teórico debió ser 5,07 kg, la diferencia se da por la impregnación en los conductos del equipo y por mínima dispersión en el ambiente.

Se empleó las mismas condiciones de temperatura de entrada 150 °C y salida 80 °C para obtenerlo en forma de polvo, se determinó el rendimiento que fue de 88,84 %; indicando un rendimiento superior al 70%, categorizado como óptimo a escala industrial.

4.1.4.2 Determinación de la humedad del extracto en polvo.

El análisis del porcentaje de humedad del extracto en forma de polvo rico en alcaloides luego del proceso de secado dio un resultado de $1,45 \pm 0,03$ % aceptable, ya que **García, 2013** indica que el porcentaje de humedad debe ser menor al 12% para principios activos. Esto demuestra que el polvo obtenido es menos susceptible a contaminación por microorganismos debido a la baja actividad de agua que posee de esta manera se extiende su vida útil.

4.1.5 Evaluación del porcentaje de masa de sólidos extraídos en base al material vegetal en escala de laboratorio, banco e industrial.

Se evaluó el porcentaje de masa de sólidos extraídos en base al material vegetal en cada escala, se observa en la Figura 7 que tanto en la escala de laboratorio como en la de banco son similares, mientras que en escala industrial se encuentra al doble del valor, debido a mayor transferencia de masa que se da en dicha escala aumentado de tal manera los resultados.

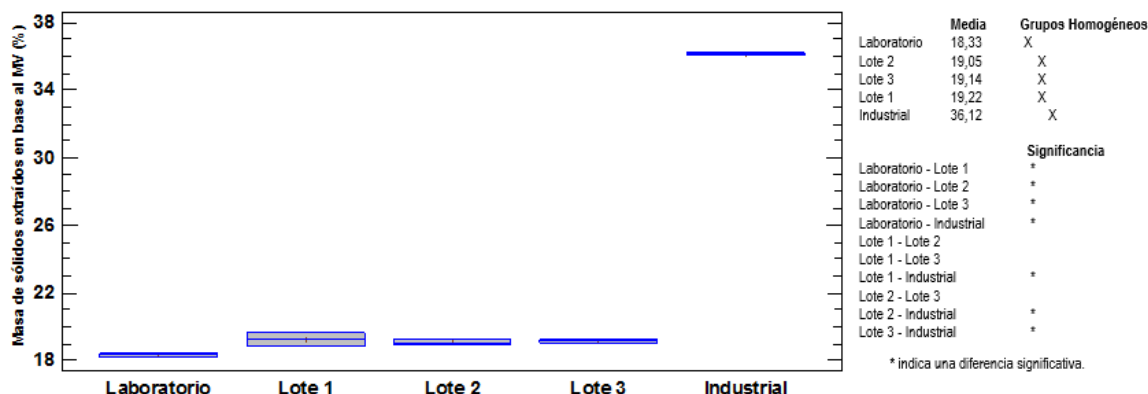


Figura 7. Masa de sólidos extraídos en base al material vegetal de todas las escalas (%)

Laboratorio: Escala de laboratorio. **Lote 1:** Lote 1 a escala de banco. **Lote 2:** Lote 2 a escala de banco. **Lote 3:** Lote 3 a escala de banco. **Industrial:** Escala industrial. Se presenta la masa de sólidos extraídos en base al material vegetal (%) de todas las escalas del extracto sin concentrar.

4.1.6 Comparación de las absorbancias de los extractos en forma de polvo obtenidos a escala de banco, industrial y la muestra de referencia comercial del Perú.

El análisis de comparación de los extractos en forma de polvo se realizó mediante la lectura de absorbancia a 330 nm, donde se estimó la concentración de alcaloides del extracto en polvo. Los resultados se muestran en la Tabla XII.

Tabla XII. Abs de los extractos en forma de polvo.

Absorbancia (330 nm)		
Escala de banco	L1	0,387 ± 0,012
	L2	0,388 ± 0,001
	L3	0,386 ± 0,001
Escala industrial		0,566 ± 0,004
Muestra del Perú		0,376 ± 0,011

L1: Lote 1. **L2:** Lote 2. **L3:** Lote 3

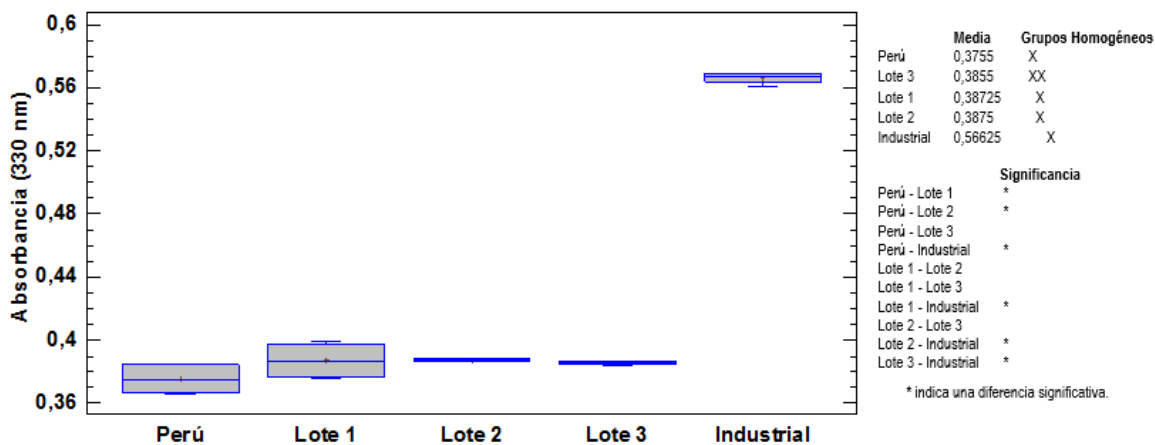


Figura 8. Comparación de las absorbancias a 330 nm de los extractos en polvo

Perú: Muestra de referencia comercial del Perú. **Lote 1:** Muestra del lote 1 a escala de banco. **Lote 2:** Muestra del lote 2 a escala de banco. **Lote 3:** Muestra del lote 3 a escala de banco. **Industrial:** Muestra a escala industrial. Se evidencia que la muestra a escala industrial presenta mayor absorbancia a comparación de las muestras a escala de banco y la muestra de referencia comercial del Perú.

4.1.7 Determinación de la concentración de alcaloides totales.

Mediante espectrofotometría UV se determinó la concentración de alcaloides totales del extracto en polvo obtenido a escala industrial y de la muestra de referencia comercial del Perú, los resultados son altamente satisfactorios ya que la muestra a escala industrial presentó mayor concentración de alcaloides y cabe recalcar que se utilizó como materia prima harina de maca ecuatoriana procedente de la provincia de Azuay a comparación de la muestra de referencia comercial del Perú que se utilizó como testigo en el presente trabajo de investigación.

Por esta razón se debe que los resultados obtenidos a escala industrial son mayores a comparación de la escala de laboratorio, escala de banco y de la muestra de referencia comercial del Perú. En la Tabla XIII se indica los resultados expresado en mg de alcaloides por cada kg de extracto en polvo y en los Anexos XVI se observa los análisis realizados.

Tabla XIII. Concentración de alcaloides totales.

Muestra	mg/Kg
Extracto de maca ecuatoriana	75,30
Extracto de maca peruana	68,26

Los efectos del extracto alcaloideo de la maca sobre la fertilidad han sido comprobados en ratas, en las que ocurre un aumento de la espermatogénesis, maduración de folículos y aumento de la progenie al suministrarles un extracto alcaloide de maca (**Chacón, 2001**).

4.1.8 Análisis de humedad y proteína del residuo de la extracción a escala industrial.

El análisis de humedad se realizó al residuo de la extracción que se obtuvo a escala industrial luego del proceso de centrifugación dando un valor $44,52 \pm 0,26\%$, el contenido de humedad debe ser menor al 12% según un estudio de **García, 2013**. La humedad que presentó es mayor porque no se aplicó ningún proceso de secado. Además se determinó el contenido de proteína dando un valor de 6,49% (Anexo XVII) esto puede ser utilizado como fuente de proteína y mezclado junto con otros componentes de balanceados.

4.2 Verificación de hipótesis.

Utilizando parámetro óptimos de tiempo 0,5 horas, etanol al 70% como disolvente y relación material vegetal : volumen de disolvente (MV:D) 1:10 se obtuvo un extracto rico en alcaloides a partir de harina de maca (*Lepidium meyenii* Walpers), dicho extracto presentó una concentración de alcaloides totales de 75,30 mg/kg frente a la muestra de referencia comercial del Perú que presentó 68,26 mg/kg.

El extracto rico en alcaloides obtenido a partir de harina de maca (*Lepidium meyenii* Walpers) puede ser utilizado como ingrediente funcional, de tal manera, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

- Se determinó que empleando un tiempo de 0,5 horas de extracción, etanol al 70% como disolvente y relación MV:D de 1:10 resultaron ser los parámetros óptimos para la extracción de alcaloides a partir de harina de maca (*Lepidium meyenii* Walpers).
- Se determinó que los tres factores utilizados (Factor A) tiempo de extracción, (Factor B) relación material vegetal : volumen de disolvente (MV:D) y (Factor C) tipo de disolvente afectó directamente sobre la concentración de alcaloides de harina de maca (*Lepidium meyenii* Walpers), esto se observó en los valores de absorbancia a 330 nm a escala de laboratorio, donde el ensayo 7 presentó mayor absorbancia ya que según la Ley de Lambert-Beer establece que la absorbancia de una muestra es directamente proporcional a la concentración de la especie absorbente y se estimó que su concentración es elevada siendo seleccionado como el mejor tratamiento para ser utilizado a escala de banco e industrial.
- Se obtuvo en forma de polvo el extracto de harina de maca (*Lepidium meyenii* Walpers) rico en alcaloides mediante secado por aspersion que presentó un rendimiento favorable del $92,36 \pm 1,93$ % a escala de banco y 88,84 % a escala industrial.
- Se determinó que la concentración de alcaloides totales del extracto de maca ecuatoriano (*Lepidium meyenii* Walpers) fue superior con un valor de 75,30 mg/kg frente a la muestra de referencia comercial del Perú que presentó 68,26 mg/kg. De tal manera el extracto rico en alcaloides obtenido puede ser utilizado como ingrediente funcional.

5.2 Recomendaciones.

- Profundizar en la caracterización del extracto alcaloideo para determinar la existencia de los tres tipos de alcaloides de maca.
- Realizar más análisis al residuo de la extracción tales como cenizas, grasa, fibra cruda, carbohidratos totales y energía que son complementarios para ser usado como balanceado o a su vez usarse junto con otros componentes para formular balanceados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA.

1. Álvarez, E. (2013). Producción de mRNA para citoquinas hematopoyéticas (IL-3, GM-CSF e IL-7) en ratones inmunosuprimidos tratados con extracto acuoso de *Lepidium meyenii* Walpers (maca). Recuperado de http://dspace.concytec.gob.pe/bitstream/concytec/33/1/alvarez_se.pdf
2. Arias, A. (2002). Biotecnología y metabolitos secundarios en *Lepidium peruvianum* Chacón, “Maca”. Recuperado de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1401/1/Arias_ra.pdf
3. Ayambo, L. (2006). Optimización del proceso de extracción etanólica de *Lepidium peruvianum* Chacón, “maca”. Recuperado de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1111/1/Ayambo_sl.pdf
4. Biopat Perú. (2015). Maca. Recuperado de https://www.indecopi.gob.pe/documents/20791/202940/09.Boletin9_MACA.pdf/bacff930-5316-4e23-b632-d33af68f163c
5. Boaling, C. Bo, L. Kan, H. Qun, Y. (2003). Imidazole alkaloids from *Lepidium meyenii*. Recuperado de <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/np030031i>
6. Chacón, G. (1990). La Maca (*Lepidium peruvianum* Chacón sp.nov.) y su hábitat. Recuperado de <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/article/view/8305/7230>
7. Chacón, G. (1997). Acción farmacológica de la maca, *Lepidium peruvianum* Chacón. Recuperado de <http://www.macaglochaperu.com/MACA%20ESTUDIO%20FITOQUIMICO%20Y%20FARMACOLOGICO%20EN%20ESPAÑOL%201990.pdf>
8. Chacón, G. (2001). Maca (*Lepidium peruvianum* Chacón). Planta milenaria del Perú, con propiedades altamente nutricional y medicinal. Lima, Perú. pp 225.
9. Chura, R. (2001). Utilización de la maca (*Lepidium peruvianum* Chacón) en la madurez gonadal de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Recuperado de <http://pachamaca.com/wp-content/uploads/2013/08/Tesis-Maca-Trucha.pdf>

10. Cicero, A. Bandieri, E. Arletti, R. (2001). *Lepidium meyenii* Walp. improves sexual behaviour in male rats independently from its action on spontaneous locomotor activity. Recuperado de <http://anothersample.net/lepidium-meyenii-walp-improves-sexual-behaviour-in-male-rats-independently-from-its-action-on-spontaneous-locomotor-activity>
11. Coates, P. Blackman, M. Cragg, G. Levine, M. Moss, M. White, J. (2005). Encyclopedia of Dietary Supplements. New York-USA. Marcel Dekker.
12. Cozar, A. Mucha, L. (2011). Elaboración y caracterización química y organoléptica de un filtrante de maca (*Lepidium peruvianum* Chacón) con cáscara de naranja (*Citrus aurantium*). Recuperado de <http://cip.org.pe/imagenes/temp/tesis/42588313.pdf>
13. Cuentas, J. Arroyo, J. (2000). Efectos del extracto alcaloideo de la maca (*Lepidium peruvianum* Chacón) en la función testicular normal y la alterada por la administración de decanoato de nandrolona. Recuperado de http://macaglochaperu.com/investigacion_farmacologia_opt1_4_1.swf
14. Cui, B. Zheng, B. He, K. Zheng, Q. (2004). Imidazole alkaloids from *Lepidium meyenii* and methods of usage. Recuperado de <https://www.google.ch/patents/US20040034079>
15. Dini, A. Magliuolo, G. Rastrelli, L. Saturnino, P. Schettino, P. (1994). Chemical composition of *Lepidium meyenii*. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0308814694900035>
16. Flores, J. (2004). Efecto en la tasa de crecimiento de *Artemia* sp. (Cepa Virrilla) sustituyendo parcialmente la dieta algal con diferentes concentraciones de harina de “maca” (*Lepidium meyenii* Walp.). Recuperado de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1416/1/Flores_mj.pdf
17. García, I. (2013). Elaboración de un suplemento dietético a base de extracto de frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) mediante secado por aspersión. Recuperado de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/14118/398962.pdf?sequence=2>
18. Gennaro, A. (2003). Remington Farmacia. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires, pp 574-575.

19. Gonzales, D. (2008). Efecto modulador de la respuesta inmune humoral de extractos de *Lepidium peruvianum* Chacón (Maca) en ratones inmunosuprimidos con ciclofosfamida. Recuperado de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/916/1/Torres_gd.pdf
20. Gonzales, G. Córdova, A. Gonzales, C. Chung, A. Villena, A. Vega, K. (2001). *Lepidium meyenii* (Maca) improved semen parameters in adult men. Lima, Peru. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/11604821_Lepidium_meyenii_Maca_improved_semen_parameters_in_adult_men
21. Gonzales, J. (2010). Evaluación de la expresión de Ccna1, Cyp17, StAR y Prm2 en la espermatogénesis de ratones Swiss Rockefeller tratados con *Lepidium meyenii* Walp. (maca). Recuperado de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/969/1/Gonzales_dj.pdf
22. Gutiérrez, J. Montaña, K. (2002). Métodos analíticos para el control de calidad de la materia prima y de los diversos productos procesados de la maca (*Lepidium meyenii* Walp.). Recuperado de <https://www.scribd.com/document/91490831/Tesis-Maca-UNICA>
23. Harris, D. (1992). Análisis Químico cuantitativo. Grupo editorial Iberoamérica. México, pp 498.
24. Herrera, V. Ticona, J. Udaeta, E. Chuqui, R. Giménez, A. (2008). Validación del método analítico para la cuantificación de alcaloides quinolínicos del extracto de *Galipea longiflora* Krause Kallunki. Recuperado de <http://www.ops.org.bo/textocompleto/rnbiofa20081608.pdf>
25. Kato, M. Suwa, Y. Fukui, Y, Sasayama, A. Matsumoto, T. (2007). Method for Producing Maca Extract. Recuperado de <https://www.google.com/patents/US20070280975>
26. Ley, B. (2003). Native food & medicine of Peru “Maca” adaptogen and hormonal regulator. USA. Detroit Lakes.
27. Li, G. Ammermann, U. Quirós, C. (2001). Glucosinolate contents in maca (*Lepidium peruvianum* Chacón) seeds, sprouts, mature plants and several derived commercial products. Recuperado de https://www.jstor.org/stable/4256426?seq=1#page_scan_tab_contents

28. López, O. Menéndez, R. García, C. González, M., García, C. Nogueira, A. (2010). Estudio de secado por aspersion de extractos de *Plectranthus amboinicus*, *Ocimum tenuiflorum*, *Passiflora incarnata*, *Matricaria recutita* y *Melissa officinalis*. Boletín Latinoamericano y del Caribe de plantas medicinales y aromáticas, 9(3), pp 216-220. Recuperado de <http://148.215.1.176/articuloBasic.oa?id=85615232009>
29. López, O. Muñoz, A. Carmona, R. Torres, L. González, S. (2006). Influencia del uso de aditivos sobre el rendimiento del proceso de secado por aspersion de extracto acuoso de *Calendula officinalis* L. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962006000100008
30. López, O. Torres, L. Lidia, M. Rodríguez, C. (2008). Estudio de secado por aspersion hasta escala de banco del extracto acuoso de *Boerhaavia erecta* L. Revista Cubana de Farmacia, 2(1), pp 112–120.
31. Marín, M. Arroyo, J. Bonilla, P. (2003). Efecto de fracciones lipídicas de *Lepidium meyenii* Walpers “maca”, en el aparato reproductor de ratones. Recuperado de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/ciencia/v06_n1/Pdf/a02.pdf
32. Mischoulon, D. Rosenbaum, J. (2008). Natural Medications for Psychiatric Disorders, considering the alternatives. 2^{da} ed. Philadelphia-USA. Lippincott Williams & Wilkins.
33. Núñez, E. (2016). Evaluación de la actividad antibacteriana frente a *Helicobacter pylori* de los polifenoles de *Rhizophora mangle* L. obtenidos mediante secado por aspersion. Recuperado de: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23553/1/BQ%2093.pdf>
34. Obregón, L. (1998). “Maca” Planta medicinal y nutritiva del Perú. 1^{era} edición, Instituto de Fitoterapia Americano, Lima-Perú. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4989281>
35. Pacheco, R. (2013). Los alcaloides. Recuperado de <http://dspace.ucacue.edu.ec/bitstream/reducacue/5294/4/Los%20Alcaloides.pdf>

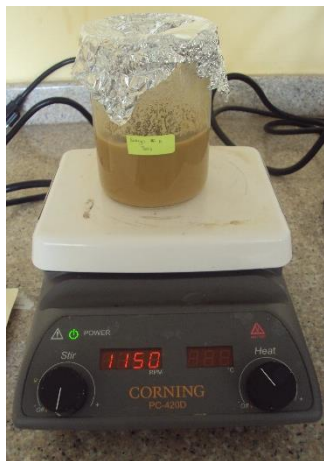
36. Palma, E. Prado, C. Loja, B. Salazar, A. (2012). Características fitoquímicas de muestras comerciales de maca en tres regiones de Perú. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/717/71729116007.pdf>
37. Piacente, S. Carbone, V. Plaza, A. Zampelli, A. Pizza, C. (2002). Investigation of the tuber constituents of maca (*Lepidium meyenii* Walp.). Recuperado de <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf020280x>
38. Sharapin, N. (2000). Fundamentos de tecnología de productos fitoterapéuticos. Cooperación Iberoamericana CYTED. Colombia. Pp 78-80. Recuperado de: <https://books.google.com.ec/books?id=XH2HzSIJPywC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
39. Sifuentes, G. León, S. Paucar, L. (2015). Estudio de la Maca (*Lepidium meyenii* Walp), cultivo andino con propiedades terapéuticas. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v6n2/a07v6n2.pdf>
40. Tirado, H. (2016). Evaluación de la Actividad antiinflamatoria de liposomas obtenidos mediante Secado por aspersion a partir del extracto hidrosoluble de la cáscara del coco verde (*Cocos nucifera*). Recuperado de: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23445/1/BQ%2092.pdf>
41. Wang, Y. Wang, Y. McNeil, B. Harvey, L. (2007). Maca: An andean crop with multipharmacological functions. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096399690700035X>
42. Zheng, B. He, K. Kim, C. Rogers, L. Shao, Y. Huang, Z. Lu, Y.; Yan, J. Qien, L. Zheng, Q. (2000). Effect of a lipidic extract from *Lepidium meyenii* on sexual behavior in mice and rats. Recuperado de [http://www.goldjournal.net/article/S0090-4295\(99\)00549-X/abstract](http://www.goldjournal.net/article/S0090-4295(99)00549-X/abstract)

ANEXOS

Anexo I. Harina de maca (*Lepidium meyenii* Walpers) utilizada como materia prima.



Anexo II. Proceso de extracción a nivel de laboratorio.



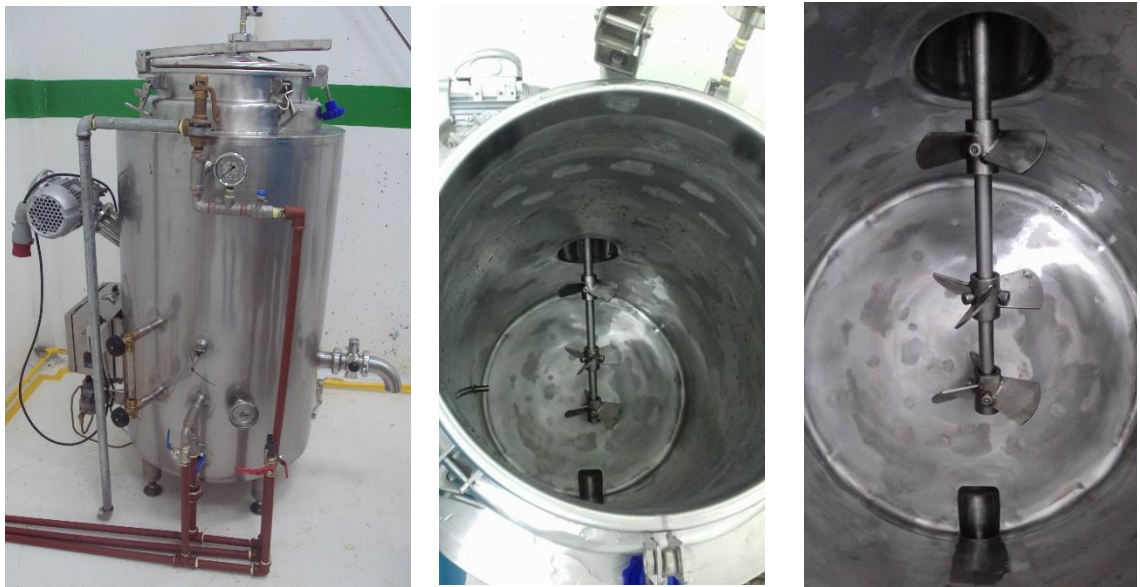
Anexo III. Determinación de sólidos solubles totales (SST) y absorbancia de los extractos.



Anexo IV. Proceso de concentración, secado por spray dryer del extracto a escala de banco del mejor tratamiento y el extracto en forma de polvo.



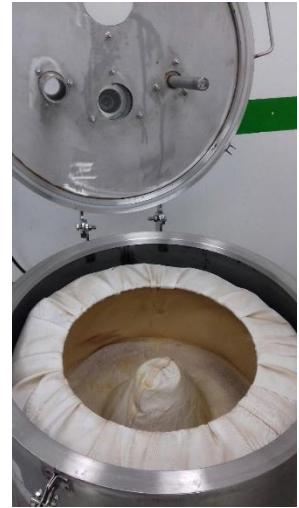
Anexo V. Reactor de acero inoxidable utilizado para escala industrial.



Anexo VI. Extracción a escala industrial.



Anexo VII. Centrifugación del extracto a escala industrial.



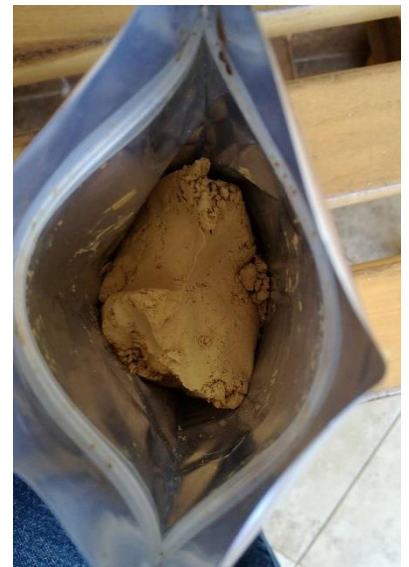
Anexo VIII. Residuo de la extracción luego del proceso de centrifugación a escala industrial.



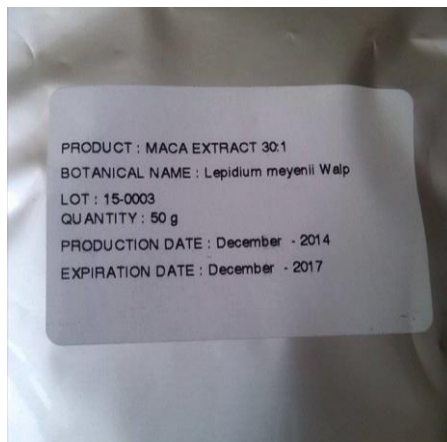
Anexo IX. Destilación del extracto a escala industrial.



Anexo X. Secado por spray dryer del extracto a escala industrial y el extracto en forma de polvo.



Anexo XI. Muestra de referencia comercial del Perú.



Anexo XII. Análisis fisicoquímicos de humedad (%), proteína (%) y gluten (%) del extracto en forma de polvo obtenido a escala de banco.



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.24749

SA 29820a

Cliente:	ANDES KINKUNA S.A	Lote:	---
Dirección:	PUJILI	Fecha Elaboración:	---
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Vencimiento:	---
Muestra de:	ALIMENTO	Fecha Recepción:	28/06/2016
Descripción:	MACA MUESTRA A	Hora Recepción:	9:52
		Fecha Análisis:	30/06/2016
		Fecha Entrega:	30/06/2016
		Código:	-----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Sólido
Contenido Declarado:	100g
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

RESULTADO FISICO-QUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
HUMEDAD	%	3.4	MFQ-04	AOAC 925.10



[Handwritten Signature]

Dr^a. Pamela Jácome
GERENTE TECNICO



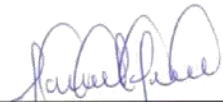
Cliente:	ANDES KINKUNA S.A	Lote:	---
Dirección:	PUJILI	Fecha Elaboración:	---
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Vencimiento:	---
Muestra de:	ALIMENTO	Fecha Recepción:	01/07/2016
Descripción:	MACA MUESTRA A	Hora Recepción:	15:02
		Fecha Análisis:	04/07/2016
		Fecha Entrega:	06/07/2016
		Código:	----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	SOLIDO
Contenido Declarado:	100g
Contenido Encontrado:	----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

RESULTADO FISICO-QUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
PROTEINA (F: 6.25)	%	3.13	MFQ-01	AOAC 2001.11




Dra. Pamela Jácome
GERENTE TECNICO

SA 29821a

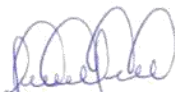
Cliente:	ANDES KINKUNA S.A	Lote:	---
Dirección:	PUJILI	Fecha Elaboración:	---
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Vencimiento:	---
Muestra de:	ALIMENTO	Fecha Recepción:	28/06/2016
Descripción:	MACA MUESTRA A	Hora Recepción:	9:52
		Fecha Análisis:	01/07/2016
		Fecha Entrega:	06/07/2016
		Código:	-----

Característica Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	SOLIDO
Contenido Declarado:	100g
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente al laboratorio

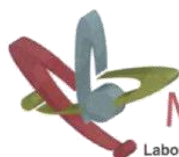
RESULTADO MICROBIOLÓGICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
GLUTEN	%	<5	MMI-49	VERATOX GLIADIN R5




Dra. Pamela Jácome
GERENTE TÉCNICO

Anexo XIII. Análisis de similitud para determinar glucosinolatos del extracto en polvo obtenido a escala de banco vs la muestra de referencia comercial del Perú.



Multianalityca Cía. Ltda

Laboratorio de Análisis y Aseguramiento de Calidad

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-IN.19892

SA 29822a

Cliente:	ANDES KINKUNA S.A	Lote:	---
Dirección:	PUJILI	Fecha Elaboración:	---
		Fecha Vencimiento:	---
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Recepción:	28/06/2016
Muestra de:	ALIMENTO	Hora Recepción:	10:00
		Fecha Análisis:	28/06/2016
Descripción:	MACA	Fecha Entrega:	04/07/2016
		Código:	----

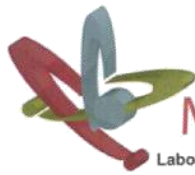
Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Sólido
Contenido Declarado:	100g
Contenido Encontrado:	----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente al laboratorio

RESULTADO INSTRUMENTAL

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
MACA	%	99.99	MIN-38	HPLC



Dra. Pamela Jácome
GERENTE TECNICO



Multianalityca Cía. Ltda

Laboratorio de Análisis y Aseguramiento de Calidad

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-IN.19893

SA 29822b

Cliente:	ANDES KINKUNA S.A	Lote:	---
Dirección:	PUJILI	Fecha Elaboración:	---
		Fecha Vencimiento:	---
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Recepción:	28/06/2016
Muestra de:	ALIMENTO	Hora Recepción:	10:00
		Fecha Análisis:	28/06/2016
Descripción:	MACA MUESTRA B PERÚ	Fecha Entrega:	04/07/2016
		Código:	----

Características Muestra

Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Sólido
Contenido Declarado:	100g
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente al laboratorio

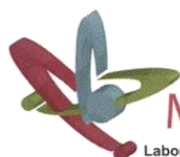
RESULTADO INSTRUMENTAL

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
MACA PERÚ	%	100.00	MIN-38	HPLC



Dra. Pamela Jácome
GERENTE TECNICO

Anexo XIV. Bencilglucosinolatos del extracto en polvo obtenido a escala de banco vs la muestra de referencia comercial del Perú.



Multianalityca Cía. Ltda

Laboratorio de Análisis y Aseguramiento de Calidad

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-IN.19892

SA 29822a

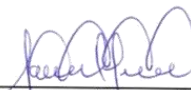
Cliente:	ANDES KINKUNA S.A	Lote:	---
Dirección:	PUJILI	Fecha Elaboración:	---
		Fecha Vencimiento:	---
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Recepción:	28/06/2016
Muestra de:	ALIMENTO	Hora Recepción:	10:00
Descripción:	MACA	Fecha Análisis:	28/06/2016
		Fecha Entrega:	04/07/2016
		Código:	-----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Sólido
Contenido Declarado:	100g
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente al laboratorio

RESULTADO INSTRUMENTAL

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
Bencilglucosinato (Maca)	%	0.60	MIN-38	HPLC




 Dra. Pamela Jácome
 GERENTE TECNICO



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-IN.19893

SA 29822b

Cliente:	ANDES KINKUNA S.A	Lote:	---
Dirección:	PUJILI	Fecha Elaboración:	---
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Vencimiento:	---
Muestra de:	ALIMENTO	Fecha Recepción:	28/06/2016
Descripción:	MACA MUESTRA B PERÚ	Hora Recepción:	10:00
		Fecha Análisis:	28/06/2016
		Fecha Entrega:	04/07/2016
		Código:	-----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Sólido
Contenido Declarado:	100g
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente al laboratorio

RESULTADO INSTRUMENTAL


PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
Bencilglucosinolato (Maca)	%	0.60	MIN-38	HPLC





Dra. Pamela Jácome
GERENTE TECNICO



Anexo XV. Análisis microbiológicos del extracto en polvo obtenido a escala de banco.



Multianalytica Cía.Ltda
Laboratorio de Análisis y Aseguramiento de Calidad



Servicio de Acreditación Ecuatoriano
Acreditación N° OAE LE C 09-008
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-MI.24546

SA 29819a


Cliente:	ANDES KINKUNA S.A	Lote:	---
Dirección:	PUJILI	Fecha Elaboración:	---
		Fecha Vencimiento:	---
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Recepción:	28/06/2016
Muestra de:	ALIMENTO	Hora Recepción:	9:52
Descripción:	MACA	Fecha Análisis:	28/06/2016
		Fecha Entrega:	05/07/2016
		Código:	MUESTRA A

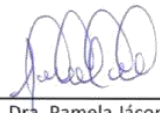
Característica Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	SOLIDO
Contenido Declarado:	100g
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente al laboratorio

RESULTADO MICROBIOLÓGICO


PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
RECUENTO DE AEROBIOS TOTALES	UFC/g	<10	MMI-01	AOAC 990.12
RECUENTO DE MOHOS	UFC/g	4,9 x 10 ²	MMI-02	AOAC 997.02
RECUENTO DE LEVADURAS	UFC/g	<10	MMI-02	AOAC 997.02
SALMONELLA spp.	Deteccion/25g	AUSENCIA	MMI-30	AOAC 2013.09
RECUENTO DE E. Coli	UFC/g	<10	MMI-05	AOAC 991.14

Nota 1: UFC/g= unidades formadoras de colonia por gramo.





Dra. Pamela Jácome
GERENTE TECNICO



Dirección: Cap. Edmundo Chiriboga N47-154 y Anibal Páez Telf: 2267895 - 2269743 - 2444670 Cel.: 0958850754 - 0998281144 www.multianalytica.com

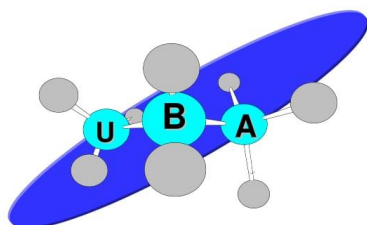
EDICION RG: 05

Quito - Ecuador

RMI-4.1-6

Página 1/1

Anexo XVI. Determinación de la concentración de alcaloides totales.



**Analytical
Laboratories**
Testing & Consulting

WWW.UBA-LAB.COM

INFORME DE RESULTADOS IDR 15968-2016

Fecha: 11 de Noviembre del 2016

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	ANDES KINKUNA S.A.					
Dirección	Pujilí Sector San Juan – Cotopaxi					
Teléfono	(593) 033700880					
Contacto	Ing. Nancy Quinaluisa					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Extracto de Maca	Cantidad	Aprox. 12 g			
No. de muestras	1 (n=1)	Lote	N/A			
Presentación	Funda de Aluminio	Fecha de recepción	08 de Noviembre del 2016			
Toma de muestra	Realizado por Cliente	Fecha toma de muestra	N.A.			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	23.0	Humedad (%)	64.0			
Fecha de Inicio de Análisis			09 de Noviembre del 2016			
Fecha de Finalización del análisis			09 de Noviembre del 2016			
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Limite de detección
Extracto de maca Ecuatoriana	UBA-15968-1	Alcaloides	AMC SCILIFE 2012	75.30	mg/Kg	-
Observaciones:						
1. Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote.						
2. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio.						
3. Nomenclatura: N.D. = No Detectable; N.A. = No aplica.						

Nelson Montoya V., M. Sc.
Gerente General & Técnico
R.P. 1215

FOR ADM. 04 R01

Página 1 de 1

CONTROL DE CALIDAD

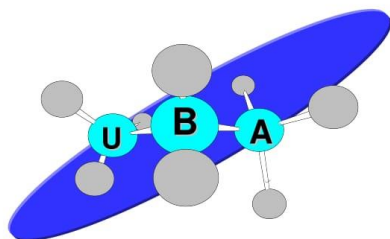
ALIMENTOS

FARMACEUTICOS

AMBIENTALES

COSMETICOS

Av. Carlos L. Plaza Dañin, Cda. La FAE, Mz 20 Solar 12 (Frente al primer bloque de la Atarazana)
PBX: 2288-578, 601-7745 Cel.: 0992737500 / 0984780671
e.mail: nmontoya@uba-lab.com
nmontoya@mail.com
Guayaquil-ECUADOR



Analytical Laboratories

Testing & Consulting

WWW.UBA-LAB.COM

INFORME DE RESULTADOS IDR 15967-2016

Fecha: 11 de Noviembre del 2016

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	ANDES KINKUNA S.A.					
Dirección	Pujilí Sector San Juan – Cotopaxi					
Teléfono	(593) 033700880					
Contacto	Ing. Nancy Quinaluisa					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Extracto de Maca	Cantidad	Aprox. 12 g			
No. de muestras	1 (n=1)	Lote	150003			
Presentación	Funda de Aluminio	Fecha de recepción	08 de Noviembre del 2016			
Toma de muestra	Realizado por Cliente	Fecha toma de muestra	N.A.			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	23.0	Humedad (%)	64.0			
Fecha de Inicio de Análisis			09 de Noviembre del 2016			
Fecha de Finalización del análisis			09 de Noviembre del 2016			
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Limite de detección
Extracto de maca peruana Lote: 150003	UBA-15967-1	Alcaloides	AMC SCILIFE 2012	68.26	mg/Kg	-
Observaciones:						
1. Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote.						
2. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio.						
3. Nomenclatura: N.D. = No Detectable; N.A. = No aplica.						

Nelson Montoya V., M. Sc.
Gerente General & Técnico
R.P. 1215

FOR ADM. 04 R01

Página 1 de 1

CONTROL DE CALIDAD

ALIMENTOS

FARMACEUTICOS

AMBIENTALES

COSMETICOS

Av. Carlos L. Plaza Dañin, Cdl. La FAE, Mz 20 Solar 12 (Frente al primer bloque de la Atarazana)
PBX: 2288-578, 601-7745 Cel.: 0992737500 / 0984780671
e.mail: nmontoya@uba-lab.com
nmontoya@mail.com
Guayaquil-ECUADOR

Anexo XVII. Determinación de proteína (%) del residuo de la extracción a escala industrial.

 UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Telf.: 2 400987 ext. 114, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com Ambato-Ecuador						
CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO						
Certificado No:16-335						R01-5.10 06
Solicitud N°: 16-335						Pág.: 1 de 1
Fecha recepción: 16 de noviembre de 2016			Fecha de ejecución de ensayos: 16 de noviembre de 2016			
Información del cliente:						
Empresa: n/a			C.I./RUC:			
Representante: Jenny Belén Sevilla Noroña			TIF:			
Dirección: Av. Pichincha y Latacunga			Celular:			
Ciudad: Ambato			E mail:			
Descripción de las muestras:						
Producto: Harina de maca (Residuo)			Peso: 136 g			
Marca comercial: n/a			Tipo de envase: funda plástica			
Lote: n/a			No de muestras: una			
F. Elb.: n/a			F. Exp.: n/a			
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:			Almac. en Lab: 30 días			
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:			Muestreo por el cliente: 16 de noviembre de 2016			
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Harina de Maca (Residuo)	33516873	Ninguno	Proteína	PE16-5.4-PQ AOAC Ed 20, 2016 2001.11	%(Nx6,25)	6,49
Conds. Ambientales: 20,1 °C; 43%HR						
				 Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad		
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						CG
<small>Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.</small>						
<small>"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".</small>						