



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial”

TRABAJO DE GRADUACION

TEMA:

DETERMINAR LA ACTIVIDAD HIPOLIPEMIANTE E HIPOGLICEMIANTE EN ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN, DE UN PRODUCTO FUNCIONAL ELABORADO A PARTIR DE HOJUELAS DE FRUTAS IMPREGNADAS CON EXTRACTOS LIPÍDICOS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd).

Autora: Mercy Abigail Suica Guamán

Director: Ing. Sonia Rodas

Riobamba – Ecuador

2015

CALIFICACIÓN

Los miembros del Tribunal, de Graduación del proyecto de investigación de título: Determinar la actividad hipolipemiante e hipoglucemiante en animales de experimentación, de un producto funcional elaborado a partir de hojuelas de frutas impregnadas con extractos lipídicos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.).

Presentado por: Srta.: Mercy Abigail Suica Guamán y revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis:

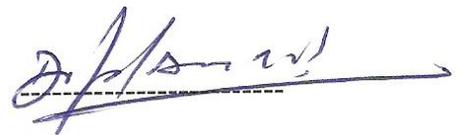
Para constancia de lo expuesto firman:

DIRECTOR DE TESIS
Ing. Sonia Rodas



Firma

DIRECTOR DE ESCUELA
Dr. Mario Salazar



Firma

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Darío Baño



Firma

DERECHO DEL AUTOR

Yo, Mercy Abigail SuicaGuamán soy responsable de las ideas, descritas, resultado y propuestas expuestas en el presente trabajo de investigación y los derechos de autoría pertenecen exclusivamente a La Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y a la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH).

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'MERCY SUICA', with a stylized flourish above it.

MERCY ABIGAIL SUICA GUAMAN

0605147768

DEDICATORIA

A Dios en primer lugar por haberme permitido nacer en un hogar que me brindo el estímulo, afecto y apoyo necesario para surgir como ser humano positivo y una persona profesional.

A mis padres por todo el esfuerzo, sacrificio, paciencia, por su cariño, esfuerzo y sacrificio, por la confianza depositada en mí y sobre todo por su apoyo incondicional, a mis hermanas en especial a Natali y Lorena por ayudarme a sobrellevar mis inconvenientes.

A mi esposo Edison y a mi hijo Leonel, por su comprensión y cariño, porque siempre estuvieron conmigo apoyándome sobre todo en los momentos más difíciles de mi vida a todos ellos quienes me han apoyado incondicionalmente y cada día vela por mi superación profesional, a toda mi familia por su constante ánimo y apoyo generoso.

AGRADECIMIENTO:

Agradezco a Dios por darme la vida, a la Universidad Nacional de Chimborazo por abrirme las puertas del conocimiento, a la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) y al Instituto proyecto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) por el financiamiento dado para el desarrollo de este trabajo, así también a la Ing. Elena Villares, directora del, por el apoyo y facilidades brindadas a mis profesores en especial a la Dra. Lourdes Cuadrado quien me ha guiado para poder plasmar este paso importante en mi vida, a la Dra. Ana Mejía por las facilidades del Laboratorio.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	
RESUMEN.....	X
SUMMARY.....	XI
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I.....	16
1. MARCO TEÓRICO.....	16
1.1. ANTECEDENTES DELTEMA.....	16
1.2. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA QUINUA.....	19
1.3. ALIMENTOS FUNCIONALES	28
1.4. ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN O ANIMALES DE LABORATORIO	32
1.5. SÍNDROME METABÓLICO	33
2. METODOLOGIA	35
2.1. TIPO DE ESTUDIO.....	35
2.2. POBLACIÓN	35
2.3. MUESTRA.....	35
2.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	36
2.5. PROCEDIMIENTOS	38
2.6. PROCESAMIENTO	44
CAPÍTULO III.....	49
3. RESULTADOS	49
3.1. VALORACIÓN DE LOS EXTRACTOS LIPÍDICOS	49
3.2. EVALUACIÓN DE LA DOSIS LETAL EN ARTEMIA SALINA.....	52

3.3. DETERMINACIÓN DE LA TOXICIDAD AGUDA DE LOS EXTRACTOS LIPÍDICOS DE QUINUA EN RATONES MUS MUSCULUS	53
3.4. EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD HIPOLIPEMIANTE E HIPOGLICEMIANTE EN ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN DE UN PRODUCTO FUNCIONAL.	56
CAPITULO IV	65
4. DISCUSIÓN	65
CAPITULO V	65
5.1. CONCLUSIONES.....	67
5.2. RECOMENDACIONES	69
CAPITULO VI.....	70
6. PROPUESTA.....	70
6.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA.....	70
6.2. INTRODUCCIÓN.....	70
6.3. OBJETIVOS:.....	71
6.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO – TÉCNICA.....	71
6.5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	82
6.6. RESULTADOS	93
7. BIBLIOGRAFIA.....	98
8. APENDICES Y ANEXOS.....	112
A. ANEXO 1. EXTRACCIÓN DEL EXTRACTO LIPIDICO.....	111
B. ANEXO 2. BIOENSAYOS DE TOXICIDAD DE LOS EXTRACTOS LIPÍDICOS DE LAS DOS VARIETADES DE QUINUA CRIOLLA BLANCA Y TUNKAHUAN EN CL50 EN ARTEMIA SALINA.....	112

C. ANEXO 3: .ELABORACIÓN DE FRUTAS DESHIDRATADAS FRESAS...	114
D. ANEXO 4 IMPREGNACIÓN DE LAS FRUTAS DESHIDRATADAS.....	118
E. ANEXO 5: DIAGRAMA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DOSIS LETAL EN RATONES (MUS MUSCULUS).....	119
F. ANEXO N° 6: DETERMINACIÓN DE LA DOSIS LETAL 50(DL50) DE EXTRACTO LIPÍDICO DE QUINUA TUNKAHUAN Y QUINUA CRIOLLA BLANCA.....	120
G. ANEXO N° 7 COSTO DE PRODUCCIÓN.....	121

ÍNDICE DE GRAFICOS

GRAFICO N° 1: ÁCIDOS GRASOS DE LAS DOS VARIEDADES DE QUINUA.....	50
GRAFICO N° 2 CONTENIDO DE TOCOFEROLES.....	50
GRAFICO N° 3 CONTENIDO DE FITOESTEROLES.....	51
GRAFICO N° 4 GLUCOSA.....	52
GRAFICO N° 5: COLESTEROL TOTAL.....	59
GRAFICO N° 6: TRIGLICÉRIDOS.....	61
GRAFICO N° 7: HDL.....	62
GRAFICO N° 8: LDL.....	64
GRAFICO N° 9: CURVA DE LA MANZANA DESHIDRATADA.....	94
GRAFICO N° 10: CURVA DE LA FRESA DESHIDRATADA.....	94
GRAFICO N° 11: CURVA DE LAS UVAS DESHIDRATADAS.....	95

ÍNDICE DE CUADROS

TABLA N°1: IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA QUINUA.....	19
TABLA N° 2: COMPARACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DE LA QUINUA EN COMPARACIÓN CON ALIMENTOS BÁSICOS (%).....	20
TABLA N° 3: CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS DE LA QUINUA EN COMPARACIÓN CON TRIGO, CEBADA, AVENA Y MAÍZ.....	21
TABLA N° 4: CONTENIDO EN MINERALES DE QUINUA Y OTROS GRANOS (PPM DE LA MATERIA SECA).....	24
TABLA N° 5: CONTENIDO DE ALGUNAS VITAMINAS DEL GRANO DE QUINUA PPM /PESO SECO.....	24
TABLA N°6: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	36
TABLA N° 7: GRUPO DE LOS ANIMALES.....	47
TABLA N° 8: ALIMENTACIÓN PARA LOS ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN.....	48
TABLA N° 9: VALORACIÓN DEL RENDIMIENTO Y LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LOS EXTRACTO LIPÍDICOS.....	49
TABLA N° 10: CLASIFICACIÓN DE TOXICIDAD SEGÚN CYT.....	52
TABLA N° 11: EVALUACIÓN DE TOXICIDAD AGUDA DEL EXTRACTO LIPÍDICO DE QUINUA TUNKAHUAN.....	52
TABLA N° 12: CL50 DEL EXTRACTO LIPÍDICO DE QUINUA CRIOLLA BLANCA.....	53

TABLA N° 13: RESULTADO DEL ENSAYO DE TOXICIDAD AGUDA DEL EXTRACTO LIPÍDICO DE QUINUA TUNKAHUAN Y QUINUA CRIOLLA BLANCA.....	54
TABLA N° 14: ML ADMINISTRADOS EN LA DL50 DEL EXTRACTO LIPÍDICO DE QUINUA CRIOLLA BLANCA.....	54
TABLA N° 15: ML ADMINISTRADOS EN LA DL50 DEL EXTRACTO LIPÍDICO DE QUINUA TUNKAHUAN.....	55
TABLA N° 16: PAUTAS DE OBSERVACIÓN	56
TABLA N° 17. CONDICIONES INICIALES, INTERMEDIAS Y FINALES DE GLUCOSA.....	57
TABLA N° 18: CONDICIONES INICIALES, INTERMEDIAS Y FINALES DE COLESTEROL TOTAL.....	59
TABLA N° 19: CONDICIONES INICIALES, INTERMEDIAS Y FINALES DE TRIGLICÉRIDOS.....	60
TABLA N° 20: CONDICIONES INICIALES, INTERMEDIAS Y FINALES DE HDL.....	62
TABLA N° 21: CONDICIONES INICIALES, INTERMEDIAS Y FINALES DE LDL.....	63
TABLA N° 22. INFORMACIÓN NUTRICIONAL DE LA FRESA FRESCA Y DESHIDRATADA CORRESPONDE A 100 GRAMOS DE LA FRUTA.....	77
TABLA N° 23: INFORMACIÓN NUTRICIONAL DE LA MANZANA DE 100 GRAMOS DE LA FRUTA.....	79

TABLA N° 24. INFORMACIÓN NUTRICIONAL DE LAS UVAS FRESCA Y DESHIDRATADA CORRESPONDE A 100 GRAMOS DE LA FRUTA.....	81
TABLA N° 25: ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LAS FRUTAS FRESCAS...	93
TABLA N° 26: PERFIL NUTRICIONAL DE HOJUELAS DE QUINUA TUNKAHUAN Y CRIOLLA BLANCA.....	96
TABLA N° 27: CONTAJE TOTAL DE AEROBIOS MESÓFILOS, DOLIFORMES TOTALES, MOHOS Y LEVADURAS.....	97

RESUMEN

La presente investigación se realizó la Determinación de la actividad hipolipemiente e hipoglucemiante en animales de experimentación, de un producto funcional elaborado a partir de hojuelas de frutas impregnadas con extractos lipídicos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), se llevó a cabo en los laboratorios de Análisis de Alimentos de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Agroindustrial, en el Bioterio de la UNACH, así como también en los laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, con la finalidad de dar el valor agregado a los componentes nutricionales como es la quinua estas especies andinas que en muchos de los casos han sido subvaloradas.

Se utilizaron metodologías para la obtención de los extractos: técnicas de maceración por el método de sachet para los extracto lipídico. También se evaluó la toxicidad en *Artemia salina* y ratones (*Mus musculus*). Estos fueron evaluados por su comportamiento durante 7 días. Se llevó a cabo pruebas para el deshidratado con diferentes frutas mediante la aplicación de diferentes métodos, una vez seleccionada las frutas y el método a utilizar se obtuvieron las curvas de deshidratado donde se realizó la impregnación del extracto lipídico de la quinua tunkahuan y quinua criolla blanca, a estas frutas se realizó análisis bromatológicos y análisis de la prueba microbiológica. Se determinó las condiciones basales de colesterol, glucosa, triglicéridos, HDL y LDL de los animales de experimentación, luego se indujo a una dieta hipercalórica que se administró a los animales de experimentación por dos meses se tomaron muestras de sangre para corroborar que la dieta si los elevo a los niveles de glucosa, finalmente luego de los tratamientos realizados con aceite de oliva, Atorvastatina y los extractos lipídicos de quinua tunkahuan y quinua criolla blanca tiene una influencia positiva sobre los niveles lipídicos y glucosa en los animales de experimentación puesto que disminuyeron significativamente como de acuerdo al análisis de tukey el mejor tratamiento es el aceite quinua criolla blanca y quinua tunkahuan.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE IDIOMAS



Lic. Eduardo Heredia

10 de enero del 2016

SUMMARY

The current research deals with the determination of the lipid lowering and the hypoglycemic activity in experimental animals by utilizing a functional product made from flakes of impregnated fruits with lipid extracts of quinoa. (*Chenopodium quinoa* Willd.), was conducted in the Food Analysis Laboratory of the Faculty of Engineering of the Agribusiness school, in the vivarium of the UNACH, as well as the laboratories of the Department of Nutrition and Quality of the Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias with the purpose of giving added value to the nutritional components as the quinoa; these Andean species have been undervalued in many cases.

The following methodologies were used for obtaining extracts: the soxhlet method for lipid extract. The toxicity of Brine shrimp and mice was also evaluated (*Mus musculus*); these were assessed by their behavior during 7 days. Moreover, Tests of dehydration were conducted with several fruits by means of the application of different methods; the dehydration curves were obtained once fruits and the method to be used were selected where the impregnation of the lipid extract of the quinua tunkahuan y quinua criolla blanca was done in dehydrated fruits in order to elaborate the formulation of the food matrix. Essays of proximate analysis of the product and analysis of the microbiological test were also performed. The pathology of experimentation through a hyper caloric and progesterone diet at a concentration of 10 ml / kg was induced in animals (*Mus Musculus*); it was worked with 42 female mice belonging to the *Mus Musculus* type, with a body weight of 20 ± 5 , which were maintained in the established conditions of the Vivarium. The results were analyzed with statistical software "TUKEY".



INTRODUCCIÓN

Los problemas epidemiológicos que afrontan nuestro país y la sociedad mundial, en gran medida están relacionados a una mala nutrición. El exceso en el consumo de productos industrializados y la pérdida del consumo de alimentos nutritivos que nuestros antepasados consumían, han ocasionado que la sociedad actual se vuelva cada vez más vulnerable a padecer enfermedades crónico-degenerativas relacionadas al síndrome metabólico.

Las enfermedades relacionadas con el síndrome metabólico constituyen una constante y creciente amenaza para la salud de los ciudadanos de países desarrollados o en vías de desarrollo el 2008 la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha reconocido que cerca de 1700 millones de personas padecen de sobre peso y 312 millones presentan obesidad(Mensajero de la Salud, 2010). El sobrepeso, las enfermedades cardiovasculares, cerebro-vasculares, hipertensión, algunos cánceres, la diabetes mellitus tipo 2, representan un serio problema para el Sistema de Salud Pública y un alto costo político, económico y social(Ballesteros J, 2013).

La obesidad en Latinoamérica se ha incrementado enormemente registrando un crecimiento promedio anual de 5.9% desde el año 2000 al 2012 (Reyes, 2013). La OMS ha declarado a la obesidad como una epidemia mundial puesto que contribuye, a incrementar los índices de morbilidad y mortalidad asociados a enfermedades crónicas degenerativas. Un 45% en los hombres y un 38% de las mujeres presentan algún tipo de obesidad o sobre peso (Casanova, 2009).

En el Ecuador el 58% de su población tendrá algún grado de sobrepeso; del cual el 21,7% afectará a las mujeres y el 46,5% a los hombres (Bermeo M, 2013), según datos del censo INEC 2011, de cada 10 defunciones 6 corresponden a fallecimientos por enfermedades crónicas, siendo la diabetes *mellitus* y las enfermedades hipertensivas las que ocupan los primeros lugares con un 7,15% y 7,03% respectivamente; seguidas por las enfermedades cerebrovasculares con un

6,31%(INEN, 2011). En Chimborazo, el 9,1% de niños y niñas menores de 5 años presentan sobrepeso y el 6% obesidad, mientras que en los jóvenes de 12 a 19 años esta cifra se duplicó al 16% durante 2014.

Es evidente que la calidad de la nutrición juega un papel muy importante en la generación de estas patologías, por lo que en la actualidad existe una mayor preocupación por parte de la población y de los gobiernos, por encontrar fuentes de alimentación que brinden alta calidad nutricional, así como, beneficios adicionales a la salud. Tal es el caso de la quinua, cultivo que ha tenido un gran impacto social y cultural desde la época prehispánica. La quinua ha sido catalogada como uno de los alimentos más completos, por su perfil lipídico y proteico, así como también, por el contenido de minerales, vitaminas y carbohidratos (FAO, 2011). Llegando a ser consumido por astronautas. Así mismo, se han reportado efectos fisiológicos entre los que destacan sus propiedades en la regulación de la glucosa y el colesterol plasmáticos. (UNAM, 2013). La quinua también puede ser utilizada tanto en las dietas comunes como en la alimentación vegetariana, así como para dietas especiales de determinados consumidores como adultos mayores, niños, deportistas de alto rendimiento, diabéticos, celíacos y personas intolerantes a la lactosa. (FAO, 2013).

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), líder en la innovación y desarrollo tecnológico agropecuario sustentable del país, que satisface con productos especializados y de alta calidad las demandas efectivas de los sectores agropecuario, agroforestal y agroindustrial; y ante la necesidad y como política de Estado que a través del programa: PIC-12-INIAP-004(539-Activ.023) “Valorización y aprovechamiento del chocho (*LupinusmutabilisSweet*), quinua (*ChenopodiumquinoaWilld*), amaranto (*Amaranthuscaudatus L.*) y sangorache (*Amaranthushybridus L.*)”, se pretende dar el valor agregado a los componentes nutricionales de estas especies andinas que en muchos de los casos han sido subvalorados.

Bajo este precepto, la presente investigación tiene como objetivo principal evaluar en animales de experimentación la actividad hipolipemiente e hipoglucemiante de un producto funcional elaborado a partir de hojuelas de frutas deshidratadas impregnadas con extractos lipídicos de quinua.

La presente investigación consta en los siguientes capítulos: Capítulo I, en el cual se describe el marco teórico relacionados a los antecedentes, la taxonomía, descripción botánica, composición nutricional. Así como también los beneficios del consumo de quinua. También el trabajo con animales de experimentación y las enfermedades del síndrome metabólico necesarios para el desarrollo de la idea principal de la investigación, en el Capítulo II se describe el Marco Metodológico que se utilizó en la investigación, así como las técnicas, equipos, materiales e instrumentos de la investigación empleadas, la extracción de 2 variedades de aceite de quinua tunkahuan y quinua criolla blanca, toxicidad aguda en *Artemina salina*, determinación de dosis letal (DL50) en animales de experimentación, inducción de patología, administración del extracto lipídico, estos son los pasos que se siguieron para la investigación. En el Capítulo III se muestra los resultados obtenidos, en el Capítulo IV se plantea la discusión de los resultados de esta investigación. En el Capítulo V se expone las conclusiones y las recomendaciones, en el Capítulo VI se explica una nueva propuesta de investigación. CAPÍTULO VII. Se describen las fuentes bibliográficas empleadas para la elaboración de la presente investigación. CAPÍTULO VIII. En este capítulo se ofrecen los contenidos fotográficos obtenidos durante el transcurso de la investigación.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES DEL TEMA

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) a través de Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos ha venido trabajando con el cultivo de quinua. En el 2008, el Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos desarrollo la variedad INIAP Tunkahuan debido a su adaptabilidad, menor uso de agua en el desamargado del grano (Douglas, 2014).

La quinua es un alimento que reúne características favorables para ser transformada y obtener productos agroindustriales que permite el aprovechamiento de sus componentes nutritivos, aplicando tecnologías adecuadas de procesamiento. Estas tecnologías posibilitan dar alternativas para el consumo de un grano de alto valor nutritivo, pues proporciona proteínas, minerales, calcio, hierro y fósforo en porcentajes elevados. Es superior a la leche, avena, arroz, cebada, centeno, trigo y maíz. La quinua es considerada como el único alimento vegetal nutricionalmente completo, capaz de sustituir a las proteínas de origen animal (Villacrés, Peralta, Egas, & Mazón, 2011). Es un alimento de excepcional valor nutritivo que lo destaca entre los demás alimentos de origen vegetal, que en los últimos tiempos ha retomado importancia por su alto contenido de proteínas, de 14 a 18%, y se lo compara a la leche materna por su valor nutricional, el valor proteico que contiene la quinua se mide en la calidad de aminoácidos esenciales, la proteína de la quinua es rica en histidina y lisina. La quinua sobresale en dos factores contiene 16 de los 24 aminoácidos existentes (Villacrés, Peralta, Egas, & Mazón, 2011).

El INIAP, llevó a cabo una investigación acerca del Efecto del Procesamiento en el Perfil de Ácidos Grasos de los Granos Andinos, obteniendo como resultado que el aceite del grano estudiado presenta un valioso aporte nutricional, siendo así que

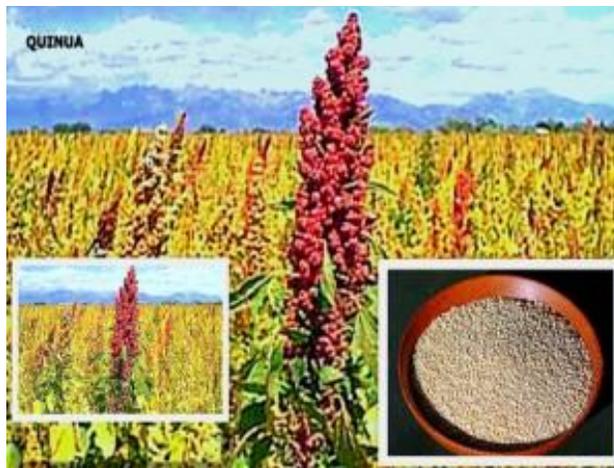
el aceite de quinua mostró un rendimiento (3,5%). El perfil de ácidos grasos reveló un bajo contenido de ácido grasos saturados y un contenido más alto de ácido grasos insaturado, especialmente linoléico (C18: 2), con un promedio de 54% en el aceite de quinua. El ácido oléico (C18: 1) predominó en aceite de quinua (24%). Los Fitoesteroles están en mayor proporción en el aceite quinua, variedad INIAP-Tunkahuan y INIAP-Pata de Venado variedades con 199,0mg/100 g de aceite. Los principales esteroides fueron campesterol, estigmasterol, β -sitosterol, y D-5 avenasterol, que apareció en todos los aceites analizados. Estos resultados sugieren que los granos andinos son fuentes de aceites para satisfacer las necesidades de la salud específicas, juegan un papel importante como precursores de los eicosanoides son especialmente importantes para el crecimiento y desarrollo normales del feto y de los lactantes, y en particular, para el desarrollo del cerebro y de la agudeza visual (Villacres E, 2013). En mujeres bien nutridas, durante la gestación se depositan cada día aproximadamente 2,2g de ácidos grasos esenciales en los tejidos materno y fetal (FAO, OMS , 1997)

Los azúcares libres alcanzan un promedio de 6,2%, la fibra bruta alrededor del 5% y la fibra saludable 2,49% según (Velasco V, 2007), el contenido de lipídicos en el grano de quinua llega hasta el 10%, la mayor parte se encuentra en el embrión (Peralta et al, 2011).

1.1.2. ENFOQUE TEÓRICO

1.1.2.1.LA QUINUA (*ChenopodiumquinoaWilld*)

Ilustración N° 1: Quinoa



Fuente: FAO 2013

La quinua (*ChenopodiumquinoaWilld*) es un producto originario de los países andinos (Mujica A, Izquierdo J, Pierre J, 2010). Fue cultivada ampliamente en la región andina hace 5000 años ha sido utilizada para la alimentación humana, animal y sus propiedades terapéuticas por culturas Andinas(Mujica A, Izquierdo J, Pierre J, 2010). Se adapta a climas desde el desértico hasta climas calurosos y secos, el cultivo puede crecer con humedades relativas desde 40%-88%, soportar temperaturas desde -4°C hasta 38°C haciéndolo un cultivo resistente y de gran importancia para la producción(Bioversity International, la FAO, PROINPA, INIAF y FIDA, 2013).

El principal mérito de la quinua es que el grano, las hojas, así como las inflorescencias son fuentes de proteínas de muy buena calidad. La calidad nutricional del grano es importante por su contenido y calidad proteínica, siendo rico en los aminoácidos (Ayala G, Ortega L, Morron C, 1999). En la actualidad, en Ecuador,

Perú y Bolivia se ha visto un considerable crecimiento de éste cultivo promovido por estudios que han destacado sus bondades nutricionales(Cultivos, 2001).

1.1.3. TAXONOMÍA

La clasificación taxonómica de la quinua se muestra en la tabla N°1.

Tabla N°1: Identificación taxonómica de la quinua

REINO VEGETAL	
REINO	Vegetal
DIVISIÓN	Fanerógamas
CLASE	Dicotiledóneas
ORDEN	Angiospermas
FAMILIA	Chenopodiáceas
GÉNERO	<i>Chenopodium</i>
SECCIÓN	Chenopodia
SUBSECCIÓN	Cellulata
ESPECIE	<i>Chenopodiumquinoa, Willdenow</i>

Fuente: (Angel, Juan , & Jean, 2009)

1.2. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA QUINUA

El contenido de proteína de la quinua varía entre 13,00 y 21,9% dependiendo de la variedad. Debido al elevado contenido de aminoácidos esenciales de su proteína, la quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales, que se encuentran extremadamente cerca de los estándares de nutrición humana establecidos por la (FAO , 2011). Acota que el balance de los aminoácidos esenciales de la proteína de la quinua es superior al trigo, cebada y soya, comparándose favorablemente con la proteína de la leche. Su composición del valor nutritivo de la quinua en comparación con la carne, el huevo, el queso y la leche humana se presenta en la tablaN° 2. Las bondades peculiares del cultivo de la quinua están dadas por su alto valor nutricional.

Tabla N°2: Comparación del valor nutritivo de la quinua en comparación con alimentos básicos (%).

Componentes (%)	Quinua	Carne	Huevo	Queso	Leche Vacuna	Leche Humana
Proteínas	13,00	30,00	14,00	18,00	3,50	1,80
Grasa	6,10	50,00	3,20		3,50	3,50
Hidratos de Carbono	71,00					
Azúcar					4,70	7,50
Hierro	5,20	2,20	3,20		2,50	
Calorías 100g	350	431	200	24	60	80

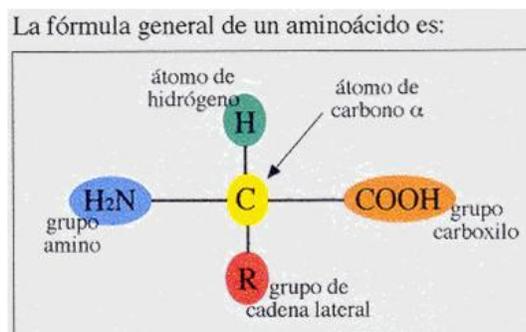
Fuente: (Caza et al, 2004)

1.2.1. Proteína

Las proteínas, como los carbohidratos y las grasas, contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, pero también contienen nitrógeno y a menudo azufre. Son muy importantes como sustancias nitrogenadas necesarias para el crecimiento y la reparación de los tejidos corporales. Las proteínas son el principal componente estructural de las células y los tejidos, y constituyen la mayor porción de sustancia de los músculos y órganos (aparte del agua). Son macromoléculas que están formadas por unidades repetidas llamadas aminoácidos (Tapia M, 1979).

1.2.2. Aminoácidos

Ilustración N° 2. Estructura del Aminoácido



Fuente: (Bioquímica 6°, Cetis)

Las proteínas son moléculas formadas por aminoácidos. Los aminoácidos de cualquier proteína se unen mediante uniones peptídicas para formar cadenas. En el estómago y en el intestino, diversas enzimas proteolíticas hidrolizan la proteína, y liberan aminoácidos y péptidos. El cuerpo humano se compone en un 20% de proteínas. Las proteínas son necesarias en casi todos los procesos biológicos. (Zeitung M, 2015).

Los aminoácidos esenciales de la proteína de la quinua son superiores al trigo, cebada y soya, comparándose favorablemente con la proteína de la leche humana. Su composición del valor nutritivo de la quinua en comparación con el trigo, cebada, avena y maíz se presenta en el Tabla N° 3.

Tabla N° 3: Contenido de aminoácidos de la quinua en comparación con trigo, cebada, avena y maíz.

Contenido de Aminoácidos en la Quinua y otros granos (mg/100g de proteínas)					
Aminoácido	Trigo	cebada	Avena	maíz	Quinua
Isoleucina	32	32	24	32	68
Leucina	60	63	68	103	104
Lisina	15	24	35	27	79
Fenilamina	34	37	35	27	79
Tirosina	16	17	16	14	41
Cistina	26	28	45	31	68
Metionina	10	13	14	16	18
Treonina	27	32	36	39	40
Triptofano	6	11	10	5	16
Valina	37	46	50	49	76

Fuente: *Ministerio de Agricultura* (FAO, 2011)

Funciones de los aminoácidos

Todos los aminoácidos participan en la síntesis de las proteínas pero a la vez cada uno de ellos tiene una serie de funciones muy concretas que se describen a continuación.

- **Ácido Glutámico:** sirve principalmente como "combustible" del cerebro y ayuda a absorber el exceso de amoníaco que afecta a las funciones cerebrales.
- **Alanina:** es uno de los aminoácidos no esenciales que interviene en el metabolismo de la glucosa.
- **Arginina:** interviene en los procesos de toxificación del organismo, en el ciclo de la urea y en la síntesis de creatinina. Estimula la producción y liberación de la hormona de crecimiento.
- **Asparagina:** este tipo de aminoácidos se forma a partir del ácido aspártico. Ayuda también a eliminar el amoníaco del organismo actúa (protegiendo así el sistema nervioso) y mejora la resistencia a la fatiga.
- **Carnitina:** este aminoácido colabora en disminuir niveles altos de colesterol; puede prevenir o mejorar arritmias cardíacas y también es útil en algunos casos de sangrado de encías y diarreas.
- **Cisteína:** ayuda al organismo a eliminar los metales pesados. Es uno de los aminoácidos que interviene en el crecimiento y la salud del cabello y también forma parte del factor de tolerancia a la glucosa.
- **Citrulina:** participa en el ciclo de la urea y síntesis de creatinina
- **Fenilalanina:** pertenece al grupo de aminoácidos que ayudan a nuestro organismo a mantener niveles adecuados de endorfinas que son responsables de la sensación de bienestar. Este aminoácido reduce el apetito desmesurado y ayuda a calmar el dolor.
- **Glicina:** facilita al cuerpo la creación de masa muscular (útil para la distrofia muscular) Útil para tratar la hipoglucemia y para la hiperactividad gástrica.
- **Glutamina:** puede ayudar a mejorar el coeficiente intelectual y diversos problemas mentales (desánimo, principios de demencia senil, etc.) este puede ayudar para combatir la adicción al alcohol.
- **Histidina:** es un aminoácido precursor de la histamina. Puede ayudar a mejorar en algunos casos la artritis reumatoidea, síntomas alérgicos y úlceras.

- Isoleucina: interviene en la síntesis de hemoglobina y mantiene el equilibrio de la glucosa en la sangre. Interviene en la producción de energía y reparación del tejido muscular (Lasala, 2011).

1.2.3. Carbohidratos

El almidón es el carbohidrato más importante en todos los cereales. Constituye aproximadamente del 60 a 70% de la materia seca. En la quinua, el contenido de almidón es de 58,1 a 64,2%. El almidón en las plantas se encuentra en la forma de gránulos. Los gránulos de cada especie tienen tamaño y forma característicos. Los gránulos del almidón de la quinua tienen un diámetro de 2µm, siendo más pequeños que los granos comunes. El almidón de la quinua ha sido estudiado muy poco. Sería importante estudiar sus propiedades funcionales, mencionando que el almidón de quinua tiene una excelente estabilidad frente al congelamiento y la retrogradación. (Mijuca A, Izquierdo J, & Marathe J., 2010)

1.2.4. Minerales

La quinua es rica en calcio y hierro minerales que suelen ser escasos en los alimentos de origen vegetal.

La quinua posee un alto contenido de minerales, tales como fósforo, potasio, magnesio y calcio entre otros. Personas que por circunstancias propias se ven obligadas a consumir poca leche y productos lácteos, tiene en la quinua un sustituto ideal para el abastecimiento de calcio. En la tabla N° 4 se muestra el contenido de minerales en comparación con otros granos,

TablaN° 4: Contenido en minerales de quinua y otros granos (ppm de la materia seca).

GRANO	CALCIO	FÓSFORO	HIERRO	POTASIO	MAGNESIO
Quinua	1274	3869	120	6967	2700
Arroz	276	2845	27	2120	
Fréjol	1191	3674	86	10982	2000
Maíz amarillo	700	4100	21	4400	1400
Maíz blanco	500	3600	21	5200	1500
Trigo	500	4700	50	8700	1600

(Tapia y Kosiot, 2012)

1.2.5. Vitaminas

La quinua supera a otros cereales en el contenido de vitaminas B₂, E y A, mientras que el contenido de B₃ es menor. Falta un estudio completo sobre el contenido de las vitaminas en la quinua y no solo de los granos sino también de las hojas, las cuales son comestibles y tienen sabor a espinaca y podrían ser fuente de vitamina A (Koziot M, 2002). En la tabla N° 5, muestra el contenido de algunas vitaminas del grano de quinua.

Tabla N° 5: Contenido de algunas vitaminas del grano de quinua ppm /peso seco.

Vitaminas	Quinua
Niacina	10,7
Tiamina (B1)	3,1
Riboflavina (B2)	3,9
Ácido Ascórbico (C)	49,0
Alfa Tocoferol (E)	52,3
Carotenos	5,3

Fuente: (Koziot M, 2002)

1.2.6. Fibra

La quinua por su alto contenido de fibra dietaria de $9,6 \pm 0,1\%$, hace que se favorezca el tránsito intestinal, regula los niveles de colesterol, estimula el desarrollo de flora bacteriana beneficiosa, también mejora la función del intestino grueso, reduce la colesterolemia y atenúa los niveles de glicemia e insulina, la fibra dietética está formada por polímeros de carbohidratos y polisacáridos no amiláceos que son los principales componentes de las paredes de las células vegetales (LSI Europe, 2006) .

1.2.7. Grasas o Lipídicos

Las grasas, como los carbohidratos, contienen carbono, hidrógeno y oxígeno también fósforo, nitrógeno y azufre. Son insolubles en agua, pero solubles en solventes químicos, como éter, cloroformo y benceno. Los lípidos incluyen las grasas, aceites, esteroides, ceras y compuestos relacionados. Una dieta normal contiene, por día, alrededor de 60g, lo que equivale al 30% de las calorías totales necesarias. (Valdez A, 2013) La quinua contiene de 4-9% de grasa de la cual la mitad corresponde a ácido linoléico esencial para la dieta humana (Tapia M, 1979). El contenido de ácidos grasos presentes en este aceite es el Omega 6 (ácido linoleico), siendo de 50,24% para quinua, valores muy similares a los encontrados en el aceite de germen de maíz, que tiene un rango de 45 a 65%. El Omega 9 (ácido oléico) se encuentra en segundo lugar, siendo 26,04% para aceite de quinua. Los valores encontrados para el Omega 3 (ácido linolénico) son de 4,77%, seguido del ácido palmítico con 9,59%. Encontramos también ácidos grasos en pequeña proporción, como el ácido esteárico y el eicosapentaenoico.

La composición de estos ácidos grasos es muy similar al aceite de germen de maíz, encontraron que el 11% de los ácidos grasos totales de la quinua eran saturados, siendo el ácido palmítico el predominante. Los ácidos linoléico, oléico y alfa-linolénico eran los ácidos grasos predominantes con concentraciones de 52,3% así

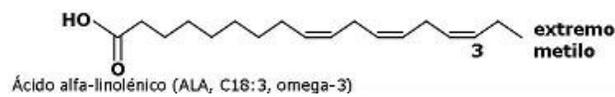
mismo encontramos que 23,0 y 8,1% de ácidos grasos totales y el 2% de ácido erúxico(Chapter, 2009).

1.2.8. Ácidos grasos esenciales:

Los ácidos grasos esenciales son aquellos ácidos grasos que el organismo no puede sintetizar, por lo que tiene que ser obtenidos a través de la dieta. Hay dos familias de ácidos grasos esenciales: los omega-3 y los omega-6. Dado que estos ácidos grasos no están saturados de átomos de hidrógeno y tienen más de un enlace doble entre los átomos, se denominan “ácidos grasos poliinsaturados”. La mayoría de estos ácidos provienen de las plantas y los pescados grasos. Se ha demostrado experimentalmente que el consumo de grandes cantidades de omega-3 aumenta considerablemente el tiempo de coagulación de la sangre, lo cual explica por qué en comunidades que consumen muchos alimentos con omega-3 (esquimales, japoneses, etc.) la incidencia de enfermedades cardiovasculares es sumamente baja.(Castro I, 2002).

1.2.8.1. Ácidos Grasos Omega 3

Ilustración N° 3. Estructura Ácidos Grasos Omega 3

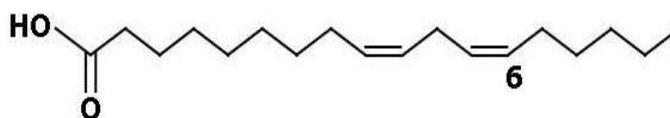


Fuente: (Valensuela A, Nieto S, 2003)

Los Ácidos Grasos Omega 3 son esenciales para un adecuado desarrollo y funcionamiento del cerebro y del sistema nervioso. Se concentran en la retina y la corteza cerebral, y tienen la capacidad de corregir problemas visuales y cerebrales en pacientes con deficiencia demostrada. Muchos aspectos de ubicación, ansiedad, habilidad en el aprendizaje, memoria, función retinal se ven favorecidos con el consumo de los AG Omega 3. Algunas experiencias sugieren también que el consumo de omega-3 tiene efectos beneficiosos sobre el cerebro(Castro I, 2002).

1.2.8.2. Ácidos Grasos Omega 6

Ilustración N° 4. Estructura Ácidos Grasos Omega 6



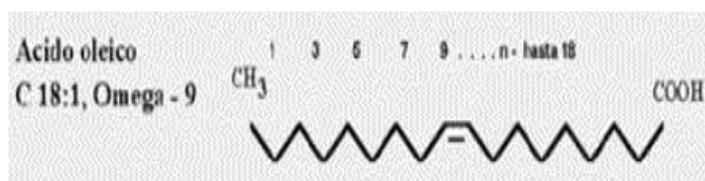
Ácido linoléico (LA, C18:2, omega-6)

Fuente: (Valensuela A, Nieto S, 2003)

Los ácidos grasos omega-6 son grasas pertenecientes al grupo de las grasas poliinsaturadas, son alimentos ricos en omega-6 son frutos secos como las nueces y semillas oleaginosas como el sésamo. Los ácidos grasos producen un efecto de disminución de los niveles de colesterol y triglicéridos, y a su vez reducen la agregación plaquetaria en las arterias. Esto implica que las plaquetas que circulan en la sangre no se adhieren unas con otras, previniendo así la formación de coágulos. (Solas J, 2009).

1.2.8.3. Ácidos Grasos Omega 9

Ilustración N° 5. Estructura Ácidos Grasos Omega 9



Fuente: (Valensuela A, Nieto S, 2003)

Los Omega 9 corresponden a un tipo de ácidos grasos denominados “monoinsaturados”, es decir que tienen sólo un doble enlace en su estructura. El ácido oleico es un ácido graso “Omega 9” y está presente en el aceite de oliva, aceitunas, almendras, avellanas, nueces y paltas, así como también, en grasas de origen animal (Castillo C, 2015).

1.2.9. Fitoesteroles

Son moléculas que tienen estructura idéntica, con la diferencia que los segundos son saturados (sin dobles enlaces en su estructura base). Se encuentran en todos los alimentos vegetales, en especial en los aceites. Los estanoles, son menos abundantes, se pueden obtener químicamente por hidrogenación de los esteroides. Son moléculas estructuralmente parecidas al colesterol y se ha demostrado que su ingesta da una serie de beneficios al organismo: inhibición de la absorción de colesterol (disminuye las concentraciones de colesterol total y colesterol LDL). Se recomienda una ingesta diaria de 2g. Poseen propiedades: inmunomoduladoras, antiinflamatorias, antitumorales, bactericidas y fungicidas.

Bloquean el desarrollo de tumores en el colon, en las glándulas mamarias y en la próstata. Es un mecanismo que alteran los mecanismos de transferencia a través de la membrana celular durante el crecimiento de tumores y reducen la inflamación. Bloquean la absorción de colesterol, facilitando su excreción. (Villacres E, 2013).

1.2.10. Tocoferoles

Aporta vitamina E al organismo: La quinua contiene cantidades significativas de ciertos tocoferoles, que son miembros de la familia de vitamina E. Los tocoferoles son una forma de vitamina E, que tiene propiedades anti-inflamatoria, antioxidante.

1.2.10.1. Alfa tocoferol:

Es un miembro de la vitamina E. Este es un antioxidante que ayuda a aumentar la inmunidad, previene el envejecimiento y el cáncer además de otras enfermedades debido a su capacidad para atrapar los radicales libres.

1.2.10.2. Gamma tocoferol:

Ciertos estudios indican que el gamma tocoferol puede prevenir la réplica de las células cancerígena. (Villacres E, Pastor G, Zambrano I, Morales SH, 2013).

1.3. Alimentos Funcionales

Los alimentos funcionales son apreciados como promotores de la salud, Japón, es el primer país que dispuso una legislación alimentaria para regular su comercio, definiendo a los alimentos funcionales como: "alimentos procesados que contienen ingredientes que ayudan a funciones corporales específicas, además de ser nutritivos", se conoce doce clases de elementos favorecedores de la salud, entre los cuales se cuentan la fibra dietética, los oligosacáridos, las vitaminas y bacterias lácticas; los minerales y los ácidos grasos poli-insaturados. (Valle M, 2012) Los alimentos funcionales son: "alimentos modificados, que contiene un ingrediente que demuestre una acción que incremente el bienestar del individuo o disminuya los riesgos de enfermedades(Fernandez J, 2013). Su uso específico es para personas que desean controlar su salud, incluyendo patologías como las enfermedades gastrointestinales, la hipertensión, la hipercolesterolemia, la diabetes tipo 2, entre otros. (Duran R, Valenzuela A, 2010).

1.3.1. Alimentos con Prebióticos

Los prebióticos son ingredientes no digeribles de la dieta, que producen efectos beneficiosos estimulando selectivamente el crecimiento o actividad de uno o más tipos de bacterias en el colon (Cagigas A, Anesto J, 2002). Son nutrientes que favorecen el crecimiento de los probióticos en los lácteos los carbohidratos fermentables ayudan a la proliferación de ciertas especies de microflora intestinal los prebióticos naturales encargados de promover el desarrollo de bacterias "buenas" en el tracto intestinal, y favorecer la absorción de calcio y magnesio intestino (Valle M, 2012).

1.3.2. Alimentos Probióticos

Ayuda a mantener el estado de salud general del organismo y a la vez pueden tener un efecto benéfico adicional, terapéutico o preventivo en el huésped. Son beneficiosos en caso de diarrea, estreñimiento, intolerancia a la lactosa, proporcionan protección frente a enfermedades infecciosas, inflamatorias, alérgicas y tumorales. Además, potencian nuestro sistema inmunológico (Olagnero G, 2007).

1.3.3. Alimentos simbióticos

Vienen a ser unos alimentos funcionales “especiales”, ya que contienen prebióticos y probióticos, que influyen positiva y beneficiosamente en el organismo para mejorar la supervivencia y la implantación en sí de microorganismos vivos en el tracto gastrointestinal.

1.3.4. Alimentos con Proteínas (lácteas o de soja)

Diversas proteínas del suero lácteo poseen actividades biológicas de interés para su uso en el diseño de Alimentos funcionales. Inmunoglobulinas, lactoferrina, lactoperoxidasa y caseinmacropéptido han sido objeto de estudio intenso en los últimos años para tratar de demostrar efectos beneficiosos para la obesidad, el tracto intestinal, la osteoporosis, actividades antivirales otros efectos como la mejora de la masa muscular. En cuanto a las proteínas de soja, se les atribuyen efectos reductores del riesgo cardiovascular por la mejora del perfil lipídico sanguíneo (Reglero G, 2005).

1.3.5. Alimentos con Lípidos:

Pueden contener numerosos tipos de lípidos como omega-3 de distinto origen, esteroides y glicéridos modificados con diversos efectos. Se trata probablemente del grupo más numeroso de alimentos funcionales.

Dentro de los beneficios proporcionados por este tipo de alimentos, podemos citar:

- Una ingesta elevada de ácidos grasos de cadena larga omega-3 contribuye a disminuir los factores de riesgo de las enfermedades cardiovasculares, principalmente la presión arterial alta y los niveles de triglicéridos en la sangre. Pueden también tratar e incluso prevenir la aterosclerosis mediante la inhibición de la formación de la placa y coágulos sanguíneos que pueden obstruir las arterias.
- Estudios llevados a cabo con víctimas de infartos han revelado que la suplementación diaria con ácidos grasos omega-3 puede reducir el riesgo de accidente cerebrovascular, infartos posteriores y muerte.
- Algunos estudios han probado que el consumo diario de alimentos enriquecidos con ácidos grasos de cadena larga omega-3 (ácido eicosapentaenoico, EPA, y ácido docosahexaenoico, DHA) invierte el progreso del cáncer de colon y podrían inhibir el desarrollo del cáncer de próstata. Debido a que las personas que padecen de diabetes suelen tener niveles muy altos de grasa en la sangre, pueden beneficiarse del consumo de alimentos enriquecidos con ácidos grasos omega-3; pues se ha demostrado que estos contribuyen a reducir los triglicéridos.
- En caso de uso, de este tipo de alimentos para procesos inflamatorios de las articulaciones (p. ej., artritis reumatoide) se ha llegado a la conclusión de que alivian el dolor, disminuyen la rigidez matutina y permite reducir la cantidad de medicamentos que las personas con artritis reumatoide necesitan. Además, algunos estudios sugieren que las dietas ricas en ácidos grasos omega-3 pueden ser beneficiosas para personas con problemas inflamatorios como la enfermedad de Crohn y asma.
- Estudios clínicos indican que las personas con sobrepeso que siguen un programa de control de peso en el que se incluye la práctica de ejercicio suelen controlar mejor los niveles de azúcar y colesterol en la sangre si

integran alimentos con ácidos grasos omega-3 en su dieta baja en grasas (Reglero G, 2005).

1.3.6. Alimentos con Vitaminas y minerales:

Ciertas vitaminas (B1, B2, ácido fólico, B12, niacina, A y D) y minerales (hierro, calcio, fósforo, yodo), son esenciales para favorecer un adecuado crecimiento y desarrollo, en especial, en situaciones en las que las necesidades son más elevadas que en otras etapas de la vida: embarazo y desarrollo del feto, lactancia (niño lactante) e infancia (niño de 1 a 3 años). El ácido fólico (vitamina B9) en el embarazo es muy importante para prevenir la espina bífida (defectos en el desarrollo del tubo neural del feto). La vitamina D facilita la fijación del calcio en huesos y dientes y previene el raquitismo infantil y colabora en la reducción del riesgo de osteoporosis en el adulto. Cantidades adecuadas de hierro previenen la anemia ferropénica. El calcio es esencial para evitar la desmineralización del hueso y favorecer el desarrollo y mantenimiento de la masa ósea. El yodo evitan el cretinismo (déficit de hormona tiroidea en niños, asociado a retraso mental y del crecimiento) y alteraciones de la glándula tiroidea (hipotiroidismo y bocio) (Reglero G, 2005).

1.4. Animales de experimentación o animales de laboratorio

Es definido como cualquier especie animal que, mantenido bajo determinadas condiciones controladas es utilizado como instrumento de medida en experimentación científica, desarrollo tecnológico e innovación, pruebas de laboratorio y docencia, para la generación de datos, los cuales son utilizados como información. Ejemplo de estas especies son: el ratón, la rata, el hámster, el conejo, el perro, el mono etc.

La experimentación en animales es una práctica común de la ciencia. La vivisección es la experimentación que se lleva a cabo sobre animales vivos en cinco grandes áreas: ciencia básica (fisiología, nuevas terapias, genómica, proteómica,

neurociencias); experimentación química (toxicología), experimentación médico-farmacológica (nuevos medicamentos, educación y entrenamiento quirúrgico, xenotrasplantes), experimentación cosmética (toxicidad, alergias, etc.) y experimentación militar (radiación, venenos, armas, explosivos, etc.

La experimentación con animales o "experimentación *in vivo*" es el uso de animales no humanos en experimentos científicos. Se calcula que cada año se utilizan entre 50 y 100 millones de animales vertebrados (desde peces cebras hasta primates no humanos). Invertebrados, ratones, ratas, pájaros, ranas, y otros animales no destetados no están incluidos en estos números, aunque una estimación realizada sobre el número de ratas y ratones usados en los Estados Unidos en el año 2001 lo situaba en torno a 80 millones. La mayoría de animales son sacrificados después de usarlos en un experimento. (Sagan.C, 2011)

Las características del ratón de laboratorio son:

- Su fácil manejo.
- Su tamaño apropiado para la crianza y manipulación.
- No requieren demasiados cuidados.
- Tienen un sistema inmune similar al de los seres humanos.
- Tienen un alto número de crías.
- Poseen un breve período de gestación (19-21 días), y su destete es rápido.
- Las hembras producen un gran número de óvulos, los cuales al ser fecundados son muy resistentes.
- Al ser mamíferos euterios, poseen un genoma muy similar al de los seres humanos.

1.5. Síndrome metabólico

La resistencia a la insulina a menudo va acompañada de otros problemas de salud, como la diabetes, el colesterol alto y la presión arterial alta. Estos problemas son todos factores de riesgo de enfermedades cardíacas. Cuando una persona tiene muchos de estos problemas al mismo tiempo, los médicos comúnmente lo llaman "síndrome metabólico". A veces se llama "síndrome de resistencia a la insulina" o "síndrome X". Muchas personas que tienen diabetes tipo 2 también tienen síndrome metabólico (Deen D, 2004)

El síndrome metabólico está conformado por una serie de factores de riesgo, como la hipertensión arterial, la dislipidemia, la intolerancia a la glucosa por la resistencia a la insulina y la obesidad visceral, elevando la probabilidad de padecer enfermedad cardiovascular.

1.5.1. Enfermedades relacionadas al síndrome metabólico

Las enfermedades crónicas "mayores" o principales incluyen cardiopatías, accidentes cerebrovasculares, cáncer, enfermedades pulmonares crónicas y diabetes. Por su parte, patologías oculares y ceguera y otras auditivas y sordera, trastornos estomatológicos y enfermedades genéticas y otras condiciones crónicas como artritis y trastornos neuropsiquiátricos, aportan una parte sustancial del peso global de la enfermedad. El síndrome metabólico, también conocido como síndrome X, se caracteriza por obesidad abdominal, dislipemiaaterogénica, hipertensión, resistencia a la insulina, inflamación y estado protrombótico. Las principales secuelas del síndrome metabólico son enfermedad cardiovascular y diabetes mellitas tipo 2; pero el síndrome incrementa el riesgo de ovario poliquístico, hígado graso no alcohólico, cálculos o piedras vesiculares de colesterol, asma, alteraciones del sueño y ciertos tipos de cánceres. Estudios prospectivos han señalado una relación entre el síndrome metabólico y un incremento significativo de riesgo de muerte por enfermedad cardiovascular(Garcia P, 2007).

CAPÍTULO II

2. METODOLOGIA

2.1. Tipo de estudio

Descriptivo – experimental con este trabajo de investigación se describe los problemas epidemiológicos que afronta nuestro país así como la sociedad mundial que en gran medida están relacionados a una mala nutrición se pretende establecer una posible solución mediante la utilización de alimentos funcionales.

2.2. Población

Para esta investigación se utilizó 68 ratones de género *Mus musculus*. Estos animales son genéticamente estandarizados, aptos para destinarlos a la investigación y desarrollo de causas, diagnóstico y tratamiento de enfermedades que afectan a los seres humanos, así mismo para la producción y control de medicamentos o productos alimenticios agroindustriales. Los ratones son utilizados por su fácil manejo, capacidad de reproducción, son estables en periodos, variabilidad genética. Por lo tanto los animales deben ser criados en condiciones adecuadas tratados con principios éticos acerca del bienestar del animal.

2.3. Muestra

Se trabajó con las variedades quinua: tunkahuan y criolla blanca, las cuales fueron proporcionadas por el Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria (INIAP).

2.4. Operacionalización de variables.

Tabla N° 6: Operacionalización de Variables

Operacionalización de Variables	Concepto	Objetivos	Indicadores	Unidad
INDEPENDIENTES	Son esenciales y no pueden ser sintetizados por el organismo humano, necesita un aporte exógeno que debe ser suplido por la dieta. Existen dos tipos de ácidos grasos poliinsaturados: omega 3 y omega 6. (Tapia, Valenzuela, Góonzales, & Valenzuela, 2011)	Caracterización del extracto lipídico de la quinua Tunkahuan y criolla blanca.	Cuantificación de ácidos grasos	%
Ácidos grasos poliinsaturados	Los Fito esteroides, son sustancias que se encuentran de forma natural en alimentos de origen vegetal. Este parecido hace que, cuando ambas moléculas sean ingeridas, nuestro cuerpo priorice la utilización de los fitoesteroides sobre la del colesterol, lo cual favorece la reducción de los niveles de colesterol LDL (malo) sin alterar los valores de colesterol HDL (bueno). (Nutrición y Educación Alimentaria, 2013).	Determinar el contenido de fitoesteroides presentes en el aceite de quinua	Identificación y cuantificación de los fitoesteroides.	%
Fitoesteroides	El alfa-tocoferol tiene la mayor actividad biológica y es el más abundante en el cuerpo humano. El nombre tocoferol deriva de las palabras griegas tocos, que significa nacimiento, y pherein, que significa llevar. Este nombre se destaca por su papel esencial en la reproducción de diversas especies animales. (Fernandez , Febles, Bernabeu, & Garcia, 2002)	Determinar el contenido de tocoferoles presentes en el aceite de quinua.	Identificación y cuantificación de los tocoferoles.	%
Tocoferoles				

<p>Dependientes</p> <p>Niveles del perfil lipídico y glicemia de animales de experimentación</p>	<p>Colesterol total: Es una sustancia grasa (un lípido) presente en todas las células del organismo. El colesterol es transportado en forma de alfalipoproteína (HDL) y de betalipoproteína (LDL), de los órganos productores a los tejidos utilizadores con retorno al origen. (Campo & Pérez, 2015).</p> <p>HDL: Es una lipoproteína de alta densidad, están hechas de grasa y proteína transportan colesterol, triglicéridos y otras grasas, llamadas lípidos, en la sangre desde otras partes del cuerpo hasta el hígado (Jaramillo, 2012).</p> <p>LDL: Lípidos de baja densidad: o "malo" puesto que, al ser poco denso, sus partículas quedan en suspensión en la sangre y pueden adherirse a las paredes arteriales (Campo & Pérez, 2015).</p> <p>Triglicéridos: Constituyen la grasa que se encuentran en el torrente sanguíneo, son transportados por las lipoproteínas de muy baja densidad, las lipoproteínas de baja densidad. Los triglicéridos se producen en el hígado. (Jaramillo, 2012).</p> <p>Glucemia: Es la cantidad de glucosa contenida en la sangre; generalmente se expresa en g/L de sangre. La glucosa es indispensable para el buen funcionamiento del organismo porque constituye el principal sustrato de energía del organismo y es fácilmente disponible (Manual de protocolos y procedimientos, 2011).</p>	<p>Determinar cómo los extractos lipídicos de la quinua (<i>chenopodiumquinoawil</i> ld.) influyen en el perfil lipídico y de glicemia de los animales de experimentación.</p>	<p>Niveles de colesterol total</p> <p>Niveles de HDL</p> <p>Niveles de LDL</p> <p>Niveles de triglicéridos</p> <p>Niveles de glicemia</p>	<p>mg/dl</p> <p>mg/dl</p> <p>mg/dl</p> <p>mg/dl</p> <p>mg/dl</p>
---	---	--	---	--

2.5. PROCEDIMIENTOS

La investigación se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Durante los meses de junio, julio y agosto del 2014 se llevó a cabo la extracción del aceite de quinua mediante la utilización de la técnica A.O.A.C (1990) para determinar el porcentaje de grasa cruda de cada variedad de quinua en el laboratorio de Análisis de Alimentos de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Agroindustrial.
- Septiembre: se efectuó el Bioensayo de citotoxicidad en (*Artemia salina*) con el extracto lipídico de quinua tunkahuan y quinua Criolla Blanca de acuerdo a la técnica de Meyer y Colaboradores (1982) llevado a cabo en el Bioterio de la Universidad Nacional de Chimborazo.
- Octubre: se determinó la toxicidad aguda para extractos lipídicos de quinua tunkahuan y quinua Criolla Blanca en (ratones *Mus músculos*) mediante la utilización del modelo de Litchfield y Wilsoxonen 1949 el Bioterio de la Universidad Nacional de Chimborazo.
- Diciembre: se llevó a cabo pruebas para el deshidratado con diferentes frutas mediante la aplicación de diferentes métodos en el laboratorio de procesos agroindustriales de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Agroindustrial.
- Enero: una vez seleccionada las frutas y el método a utilizar se obtuvieron las curvas de deshidratación en el laboratorio de procesos agroindustriales de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Agroindustrial.
- Febrero: se realizó la impregnación del extracto lipídico de la quinua tunkahuan y quinua criolla blanca en las frutas deshidratadas, formulación de la matriz alimentaria y el análisis de las pruebas microbiológicas en el laboratorio de Análisis de Alimentos de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Agroindustrial.

- Marzo: elaboración del análisis proximal y de minerales del producto en el laboratorio de Análisis de Alimentos de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Agroindustrial y en los laboratorios del INIAP
- Abril: se indujo la patología en animales (*Mus músculos*) de experimentación mediante una dieta hipercalórica y progesterona a una concentración de 10ml/kg peso.
- Mayo: realizar el análisis microbiológico del producto obtenido en el laboratorio de Análisis de Alimentos de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Agroindustrial.
- Agosto: estudios de estabilidad del producto elaborado en la Facultad de Ingeniería de la Escuela Agroindustrial.
- Noviembre: realizar el análisis microbiológico del producto obtenido en el laboratorio de Análisis de Alimentos de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Agroindustrial.

2.5.1. Materiales, equipos y reactivos

La presente investigación se desarrollará en los laboratorios de Análisis de Alimentos de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Agroindustrial, en el Bioterio de la UNACH, así como también en los laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina.

2.5.1.1. Materia prima

Las variedades de quinua: tunkahuan y criolla blanca fueron proporcionadas por el Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria (INIAP).

Se trabajó con Manzanas rojas, uvas negras procedentes de Chiley fresas adquiridas en el mercado San Alfonso de la ciudad de Riobamba.

2.5.1.2. Material Biológico

Para esta investigación se utilizó ratones del género *Mus musculus* con un peso corporal de 20 ± 5 , las cuales se mantuvieron en las condiciones establecidas en el bioterio, esto es:

- Temperatura p
- promedio $19\pm 2^{\circ}\text{C}$
- Humedad relativa 50-55%
- Ciclos luz/oscuridad 12/12h
- Tiempo de adaptación de cinco días.

2.5.1.3. Instrumentos

Materiales

- ✓ Papel filtro
- ✓ Envases de cristal
- ✓ Embudos
- ✓ Erlenmeyer
- ✓ Vasos de precipitación
- ✓ Lámpara
- ✓ Puntas
- ✓ Pipetas
- ✓ Lupa
- ✓ Tubos de ensayo
- ✓ Probetas
- ✓ Pipetas
- ✓ Cánula oro gástrica
- ✓ Jeringuillas
- ✓ Equipo de disección
- ✓ Fichas de observación
- ✓ Kit de observación
- ✓ Jeringas de 1ml y 3ml
- ✓ Capilares
- ✓ Torundas
- ✓ Isotopos
- ✓ Papel toalla
- ✓ Vaselina
- ✓ Guantes
- ✓ Mascarillas
- ✓ Tubos eppendorf
- ✓ Rollos parafilm
- ✓ Tubos para muestra
- ✓ Gradilla
- ✓ Cuchillo
- ✓ Fundas de aluminio
- ✓ Empaques de cartón
- ✓ Papel aluminio
- ✓ Crisoles de porcelana
- ✓ Matraz

- ✓ Matraz de fondo plano
- ✓ Matraz Kitazato
- ✓ Peseta
- ✓ Barrillas de agitación
- ✓ Contador de colonias
- ✓ Soxhlet
- ✓ Balanza analítica
- ✓ Chiflera
- ✓ Selladora

Reactivos

- ✓ Hexano
- ✓ Agua destilada
- ✓ Cloruro de sodio
- ✓ Reactivo biológico (Artemia salina)
- ✓ Levadura
- ✓ Dimetilsulfoxido
- ✓ Solución fisiológica
- ✓ Pentobarbital sódico al 0.08%
- ✓ Progesterona
- ✓ Aceite de oliva
- ✓ Atorvastatinacápsula de 20ml
- ✓ Solución salina isotónica
- ✓ Kit para medir los parámetros de glucosa, colesterol, HDL, LDL y triglicéridos marca HUMMAN
- ✓ Ácido cítrico
- ✓ Saborizantes (chocolate, fresa, durazno, frutimora).
- ✓ Éter
- ✓ Ácido sulfúrico
- ✓ Sulfato de potasio o sulfato de sodio
- ✓ Sulfato cúprico
- ✓ Ácido sulfúrico
- ✓ Hidróxido de sodio
- ✓ Indicador de rojo de metilo
- ✓ Ácido bórico al 3%
- ✓ Ácido clorhídrico

- ✓ Antiespumante
- ✓ Alcohol etílico
- ✓ Ácido clorhídrico
- ✓ Placas petrífil

Equipos:

- ✓ Bomba de vacío
- ✓ Estufa
- ✓ Molino
- ✓ Bomba de oxígeno
- ✓ Rotavapor
- ✓ Centrifuga
- ✓ Deshidratador solar
- ✓ Micropulverizador
- ✓ Autoclave Tultrauer
- ✓ Mufla
- ✓ Desecador
- ✓ Digestor Kjeldahl
- ✓ Phmetro
- ✓ Contador de colonias
- ✓ Cabina de Flujo Laminar

2.6. Procesamiento

2.6.1. Obtención de los extractos lipídicos

Se utilizará el método de Soxhlet-Official Methods of Analysis A.O.A.C. 15th Edition, U.S.A. (1990), para determinar el contenido de grasa cruda de cada variedad de quinua.

Preparación de la muestra:

- Moler la muestra de quinua de 2 variedades (tunkahuan y criolla blanca).
- Pesar 200 g de quinua de cada una de las variedades (tunkahuan y criolla blanca) las muestras se colocaron en dedales.
- Los dedales se introdujeron en recipientes de vidrio con hexano y se maceraron al resguardo de la luz por 72 horas.
- Transcurrido el tiempo de maceración se terminó de extraer los aceites mediante el Soxhlet, a baja temperatura.
- Una vez terminada la extracción se procedió a separar el solvente utilizado del extracto lipídico, empleando el rotavapor.

$$\% \text{ Grasa cruda} = \frac{\text{peso del balon con grasa} - \text{peso del balon tarado}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

2.6.2. Bioensayo de toxicidad de la quinua tunkahuan y quinua Criolla Blanca en (*Artemia Salina*).

Para esto se empleó el método de Meyer y Colaboradores (1982), este crustáceo posee varias características que han facilitado su uso en estudios de toxicología, como son un corto periodo de generación (aproximadamente 20 días en condiciones óptimas), su facilidad de manejo, almacenamiento, cultivo y su disponibilidad.

Día 1

- Preparar agua de mar (3,8g de sal en 100ml) de agua destilada y filtrar.
- Preparar el alimento levadura (0,6g de levadura en 1L de agua destilada).
- En un Erlenmeyer con 350ml de agua de mar, colocar 50mg de nauplios.
- Colocar una lámpara de luz y bomba de oxígeno a burbujeo suave.

Día 2

- Transferir la mayor cantidad de nauplios vivos en un Erlenmeyer con agua de mar fresca.
- Pesar 20mg en tubos de cada extracto analizar.

Día 3

- Disolver 20mg de muestra en 2mL de agua destilada.
- Extracto Lipídico: 20mg muestra + 1,5mL agua destilada + 0,5mL DMSO.
- A partir de esta solución preparar diluciones de 1000, 100,10 ppm para cada extracto.
- Transferir a cada vial 500, 50 y 5 μ L respectivamente.
- Realizar un control con agua destilada y otro con 50 μ L de DMSO
- A cada vial agregar 10 nauplios vivos y la dilución del extracto.
- Agregar agua de mar hasta completar 5mL.
- Agregar levadura como para la alimentación.

Día 4

- Luego de las 24 horas contar y anotar el número de sobrevivientes.
- Analizar los datos obtenidos.

$$\text{Log DL}_{50} = \log X_1 + \frac{50 - Y_1}{Y_2 - Y_1} [(\log(X_2) - \log(X_1))]$$

X_1 concentración inhibición $Y_1 > 50\%$

X_2 = Concentración inhibición $Y_2 < 50\%$

2.6.3. Determinación de la toxicidad aguda de los extractos lipídicos de quinua.

Se trabajó mediante la utilización del modelo de Litchfield y Wilsoxon, 1949 con ratones *Mus musculus* de peso corporal de 20-40g los cuales se evaluó la Toxicidad Aguda con cada extracto de las dos variedades de quinua tunkahuan y quinua criolla blanca.

- Para cada ensayo con quinua tunkahuan y quinua criolla blanca se trabajó con 13 ratones.
- 12 horas que se encuentren en ayunas.
- Pesar los ratones, deben comprender un peso de 30-40g, de 2 a 3 meses de edad.
- Se distribuyeron a los animales al azar.
- Los grupos son 4 en dosis: 8, 16, 32, y 64 ml/Kg, cada grupo estará conformado por 3 ratones respectivamente,
- La administración fue por vía oral mediante una cánula.
- Luego de 10 minutos de la administración de los aceites se procedió a evaluar según las pautas establecida por Litchfield y Wilsoxon, 1949 y este se prolonga hasta los 14 días.
- Luego de los 14 días se realizó una toma de muestra de sangre para ver si hay cambios en los parámetros biométricos, así como se realizó una disección para extraer el estómago, hígado, riñones y realizar un análisis histopatológico de los mismos.

2.6.4. Inducción de la patologías y administración en animales (*Musmúsculos*) con extracto lipídico de quinua tunkahuan y quinua criolla blanca.

Se indujo la patología en animales (*Mus músculos*) de experimentación mediante una dieta hipercalórico y progesterona a una concentración de 10ml/kg peso. Se trabajó

con 42 ratones hembras cepa *Mus musculus*, con un peso corporal de 20 ± 5 , las cuales se mantuvieron en las condiciones establecidas en el bioterio, esto es:

- Temperatura promedio $19\pm 2^{\circ}\text{C}$
- Humedad relativa 50-55%
- Ciclos luz/oscuridad 12h
- Tiempo de adaptación de cinco días.

Durante el proceso de experimentación los animales fueron alimentados con dieta estándar y agua a libre demanda. El manejo y cuidado de los animales se realizó de acuerdo a los procedimientos aceptados internacionalmente (NOM-0.62-ZOO-1999).

Los animales fueron distribuidos al azar en 6 grupos con 7 ratones cada uno, se dispuso en jaulas individuales y previo a la inducción de patologías se tomó muestras de sangre para determinar las condiciones basales de glucosa, colesterol, HDL, LDL y triglicéridos.

Tabla N° 7: Grupo de los animales.

GRUPO	CÓDIGO	TRATAMIENTO
Control negativo1	C.1	Blanco o sanos
Control negativo 2	C.2	Inducidos sin tratamiento
Control positivo	C.3	Inducido + aceite de oliva
Quinoa Tunkahuan	QT 4	Inducido + aceite de Quinoa Tunkahuan
Quinoa Criolla Blanca	QCB 5	Inducido + aceite de Quinoa Criolla Blanca
Atorvastatina	AT.6	Inducido + Atorvastatina

Fuente: Autora

Las muestras de sangre se tomaron del plexo retro-orbital, con un capilar y puesta en tubos para muestras de sangre.

Los análisis de sangre fueron realizados en el laboratorio clínico de la Dra. Verónica Cantuña de la ciudad de Riobamba.

Se indujo a la patología mediante una alimentación hipercalórica aparte de lo habitual la misma que consistió en una solución sobresaturada de sacarosa, yemas de huevo revueltas con manteca de cerdo, se les dio durante dos meses consecutivos, además vía intraperitoneal se administró progesterona a una concentración de 10ml/kg peso. Luego de este período de inducción se tomó nuevamente una muestra de sangre para verificar si en los animales se indujo niveles altos de colesterol y sus lipoproteínas, triglicéridos y glucosa, una vez comprobado que los niveles de los parámetros analizados estuvieron altos, se procedió a dar el tratamiento correspondiente, como se detalla a continuación:

Tabla N° 8: Alimentación para los animales de experimentación.

GRUPO	CÓDIGO	TRATAMIENTO
Control negativo1	C.1	Agua + peletizado
Control negativo 2	C.2	Sin tratamiento
Control positivo	C.3	Agua + Aceite de oliva
Quinoa Tunkahuan	QT 4	Agua + Aceite de Quinoa Tunkahuan
Quinoa Criolla Blanca	QCB 5	Agua + Aceite de Quinoa Criolla Blanca
Atorvastatina	AT.6	10ml/kg Atorvastatina

Fuente: Autora

Al final de tratamiento se tomó una muestra de sangre a cada uno de los animales para ver como influyó el tratamiento en los perfiles lipídicos y de glucosa de los animales de experimentación.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS

3.1. Valoración de los extractos lipídicos

Para la obtención de los extractos lipídicos se realizó una maceración con dos variedades de quinua tunkahuan y quinua criolla blanca con hexano, para la extracción se trabajó con la técnica de Soxhlet (AOAC 1995) equipo, con el fin de disminuir el tiempo de extracción, evitando la pérdida de sustancias termolábiles. El porcentaje de rendimiento de la quinua tunkahuan fue 4,77% de la quinua criolla blanca 5,07%.

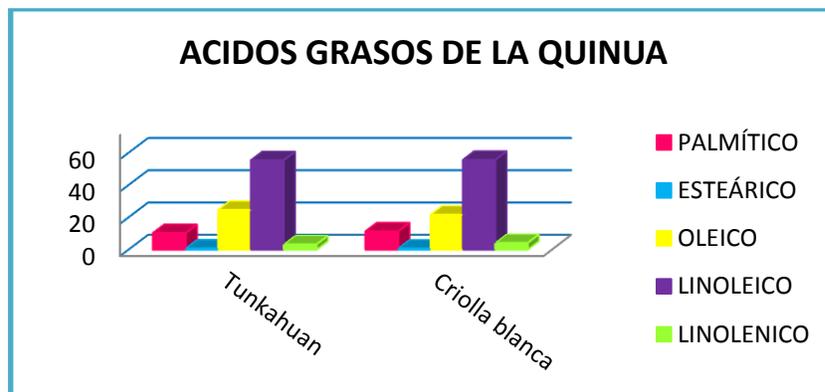
Tabla N° 9: Valoración del rendimiento y las características organolépticas de los extracto lipídicos.

EXTRACTOS	PARAMETROS			
	Rendimientos	Color	Olor	Aspecto
E.LIP.QC.B	5,07%	Anaranjado	Característico a la quinua	Ligeramente denso – propio de los aceites
E. LIP.QTUN	4,77%	Amarillo anaranjado	Característico a la quinua	Ligeramente denso – propio de los aceites

Fuente: Autora

Por cromatografía de gases en los laboratorios del INIAP se realizó la caracterización del perfil lipídico de los ácidos grasos de los aceites de quinua, cuya composición se detalla en el grafico N°: 1

Grafico N° 1: Ácidos grasos de las dos variedades de quinua



Fuente: Autora

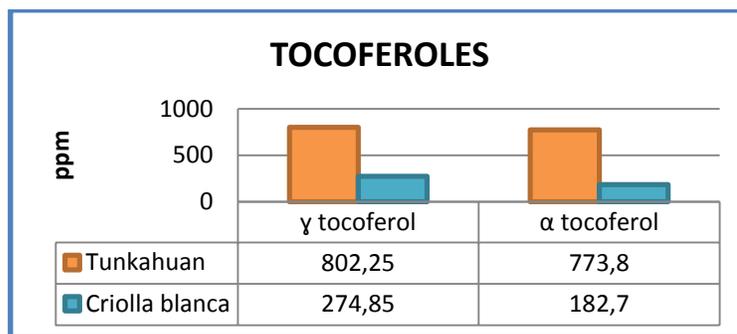
Como se ve en el grafico N° 1 que comparando con el aceite de oliva el extracto lipídico de quinua es bueno por que presenta un contenido de ácido linoleico (55-60%) similar al aceite de oliva.

Bajo contenido de ácidos grasos saturados, esteárico (0,76%), mirístico (0,19%) y palmítico (10,28%).

Ácidos grasos insaturados: 83%, nivel próximo al aceite de oliva.

Ácidos grasos linoleico y linolenico 58,7%.

Grafico N° 2 Contenido de Tocoferoles



Tocoferoles

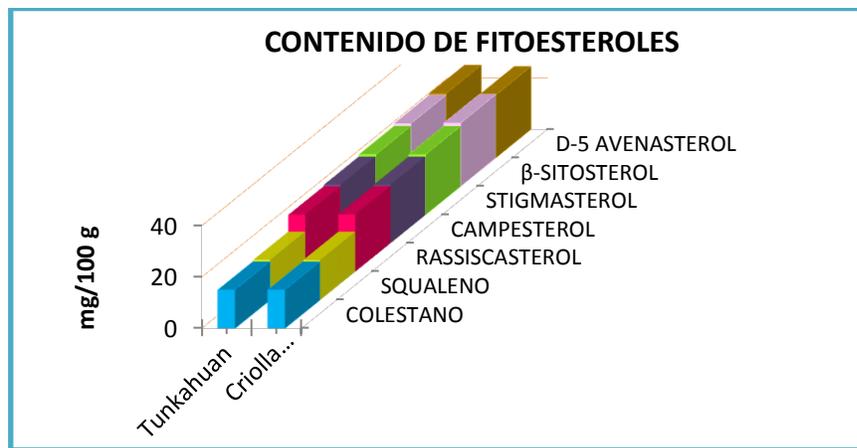
Alfa tocoferol

Es un miembro de la vitamina E. Este es un antioxidante que ayuda aumentar la inmunidad, previene el envejecimiento y el cáncer además de otras enfermedades debido a su capacidad para atrapar los radicales libres.

Gamma tocoferol:

Ciertos estudios indican que el gamma tocoferol puede prevenir la réplica de las células cancerígenas.

Grafico N° 3 Contenido de fitoesteroles



Los Fito esteroleos presentan en mayor proporción en el aceites de quinua, INIAP-Tunkahuan variedades con 199,0mg/100g de aceite. Los principales esteroleos fueron campesterol, estigmasterol, β, sitosterol, y D-5 avenasterol, que apareció en todos los aceites analizados. Estos resultados sugieren que los granos andinos son fuentes de aceites para satisfacer las necesidades de salud específicas. Por todo lo anterior mencionado, a través de la presente investigación se pretende dar a conocer las posibles utilidades farmacológicas de los extractos lipídicos de la quinua. (E. Villacrés, G. Pástor, MB. Quelal, I. Zambrano, SH. Morales, 2013)

Los problemas de salud relacionados con el síndrome metabólico, que aquejan a todo el orbe pueden ser debidos a una pobre ingesta de ácidos grasos esenciales.

3.2. Evaluación de la dosis letal en *Artemia salina*

Para realizar las DL50 se trabajó con 40 nauplios en *Artemia salina* con diferentes disoluciones de extracto lipídico de las dos variedades de quinua tunkahuan y criolla blanca en concentraciones de 10, 100 y 1000 ppm.

Tabla N° 10: Clasificación de toxicidad según CYTED

I	Extremadamente tóxica	1 – 10 ppm
II	Altamente toxica	10 – 100 ppm
III	Moderadamente toxica	100 – 500 ppm
IV	Ligeramente toxica	500-1000 ppm
V	Prácticamente no toxica	1000 – 1500 ppm
VI	Relativamente inocuo	1500 ppm

Fuente: (Sánchez & Neira, 2005)

Tabla N° 11: Evaluación de Toxicidad Aguda del extracto lipídico de Quinua Tunkahuan.

MUESTRA	Concentración (ppm)	MUERTOS	VIVOS	LETALIDAD (%)
EX.LIP.Q.TU N	1000	1	9	25
	100	2	8	25
	10	0	10	0

Fuente: Autora

En la tabla N° 11: El porcentaje de letalidad observada en nauplios de *Artemia Salina* y la concentración del extracto lipídico. Se analiza el extracto lipídico de Quinua Tunkahuan en (*Artemia salina*) es de 1000 ppm. El resultado toxico no se observó la muerte del 50% de los nauplios en este ensayo. Se considera al extracto prácticamente no toxico, debido a que se encuentra en el rango de $100 < CL_{50} < 1000$ según el grado de toxicidad en *Artemia salina*.

Tabla N° 12: CL50 del Extracto lipídico de Quinoa Criolla Blanca

MUESTRA	Concentración (ppm)	MUERTOS	VIVOS	LETALIDAD (%)
EX.LIP.Q.CB	1000	2	8	25
	100	2	8	25
	10	0	10	0

Fuente: Autora

Para realizar el ensayo de toxicidad aguda, se usaron larvas y Extracto lipídico de quinoa criolla blanca a diferentes concentraciones (10, 100 y 1000 ppm), considerándose tóxicas cuando la dosis letal media fuera de 1000 ppm o menor.

En nuestras condiciones de trabajo, no puede reportarse un valor de DL50 puntual al no observarse la muerte del 50% de los nauplios en el ensayo. Sin embargo, estos resultados si permiten evaluar el grado de toxicidad del extracto, ya que al encontrarse el valor de DL50 en un rango mayor de 1000 ppm, es clasificada como un extracto no tóxico según la Clasificación del CYTED.

3.3. Determinación de la Toxicidad Aguda de los extractos lipídicos de quinoa en ratones *Mus musculus*

Para determinar la toxicidad de los extractos lipídicos de quinoa Tunkahuan y quinoa criolla blanca se trabajó con la dosis letal media DL50 utilizando el método de toxicidad aguda oral en 13 ratones *Mus musculus* por cada variedad de quinoa, distribuidos aleatoriamente en 4 grupos, cada grupo está formado por 3 ratones, un grupo es el control y el 1 grupo restante se administraron el aceite en dosis de 64 ml/Kg, 32 ml/Kg, 16 ml/Kg y 8 ml/Kg respectivamente.

Tabla N° 13: Resultado del ensayo de toxicidad aguda del extracto lipídico de quinua Tunkahuan y quinua criolla blanca.

	EXTRACTO LIPIDICO DE QUINUA TUNKAHUAN	EXTRACTO LIPIDICO DE QUINUA CRIOLLA BLANCA
Dosis (ml/Kg)	Mortalidad	Mortalidad
64	0/3	0/3
32	0/3	0/3
16	0/3	0/3
8	0/3	0/3

Fuente: Autora.

Preparación de la dosis: calcular los ml administrados de acuerdo a la dosis (64, 32, 16 y 8ml/kg).

Tabla N° 14: ml administrados en la DL50 del extracto lipídico de quinua criolla blanca.

Código	Peso (g)	Dosis mg/kg	ml Teóricos	ml Administrados
1	25,4	64	0,2032	0,2
2	24,6	64	0,1968	0,2
3	27,4	64	0,8768	0,9
4	23,8	32	0,1904	0,2
5	30,2	32	1,5328	1,5
6	27,1	32	0,8672	0,9
7	25,8	16	0,4128	0,4
8	26,6	16	0,8512	0,9
9	26,1	16	0,4176	0,4
10	27,5	8	1,76	1,8
11	26,2	8	0,4190	0,4
12	28,0	8	1,792	1,8
13	25,8	10	0,4128	0,4

Fuente: Autora

Tabla N° 15: ml administrados en la DL50 del extracto lipídico de quinua Tunkahuan

Código	Peso (g) DIA 1	Dosis mg/kg	ml Teóricos	ml Administrados
1	23,8,	64	1,5232	1,5
2	23,7	64	1,5732	1,3
3	27,7	64	1,5168	1,5
4	23,3	32	1,5168	0,7
5	23,3	32	0,7456	0,7
6	23	32	0,754	0,7
7	22,4	16	0,3584	0,4
8	22	16	0,352	0,4
9	21,8	16	0,3488	0,4
10	21,2	8	0,1696	0,2
11	21	8	0,168	0,2
12	20,3	8	0,1624	0,2
13	24,6	10	0,24	0,2

Fuente: Autora

Resultados de toxicidad aguda:

En el ensayo de toxicidad aguda oral, se usaron ratones *Mus musculus* a los que se les administro los extractos lipídicos de las dos variedades de quinua Tunkahuan y quinua criolla blanca a diferentes dosis 8, 16, 32 y 64 ml/kg de peso. Los animales fueron observados durante 14 días tras la administración de los productos aprobar no se observaron cambios significativos en el consumo de agua, alimento y evolución del peso corporal peso de los animales, ni cambios en el perfil de comportamiento en test chimenea ver tabla N° 14 test chimenea; respecto ninguno presento convulsiones o actividad motora únicamente a la dosis de 64 ml/kg peso los animales durante tres primeras horas de observación presentaron diarrea cuyo efecto desapareció a las cuatro horas, no hubo coordinación motora ni pilo erección. En la necropsia efectuada al cabo del término de este estudio no se observaron alteraciones en cuanto al tamaño, tono o presencia de petequias hemorrágicas en el análisis macroscópico de: estomago, bazo hígado, riñones, tampoco se observaron otros signos de toxicidad ni de

mortalidad; de acuerdo a estos resultados no permitió una estimación de la DL50 determinándose que los extractos lipídicos de la dosis 64ml/kg de peso no hay toxicidad por lo tanto se ha conseguido lograr que el extracto lipídico no es toxico.

Tabla N° 16: Pautas de Observación

TIPO DE ANALISIS:														
ANIMAL N°:														
SEXO DEL ANIMAL:														
PESO DEL ANIMAL:														
EXTRACTO ANALIZADO:														
FECHA DE ANALISIS:														
CONCENTRACIÓN:														
DOSIS:														
mL TEORICOS:														
mL ADMINISTRACIÓN:														
HORA DE ADMINISTRACIÓN:														
ANALISTA :														
TIEMPO DE POST ADMINISTRACION	10 min	30 min	1h	3h	6h	10h	24h	2d	3d	4d	5d	6d	7d	
Disminucion de actividad motora														
Aumento de actividad motora														
Ataxia														
Perdida de reflejo de enderezamiento														
Mucosas palidas														
Mucosas cianoticas														
Erección de la cola														
Pilo erección														
Diarrea														
Pasivo														
Agresivo														
Actividad prensil														
Reflejo coneal														
Equilibrio														
Test de Chimenea (nueromuscular)														
Micción														
Mortalidad														

Fuente: Autora

3.4. Evaluación de la actividad hipolipemiente e hipoglicemiente en animales de experimentación de un producto funcional.

Para esta investigación se trabajó con 42 ratones hembras (*Mus músculos*) de experimentación mediante una dieta hipercalórico (huevo revuelto con manteca de cerdo, una solución sobresaturada de glucosa) vía oral y vía intraperitoneal de progesterona a una concentración de 10ml/kg peso, durante el proceso de experimentación los animales fueron alimentados con dieta estándar y agua a libre demanda, previa a la inducción se realizó muestras de sangre para determinar las

condiciones basales, luego de los dos meses se obtuvieron otras muestras de sangre para verificar si ya están elevados el colesterol, la glucosa, los triglicéridos y LDL.

Tratamientos durante un mes luego se realizó muestras de sangre para verificar si los tratamientos influyo o no en los niveles lipídicos y glicémicos de los animales de experimentación.

Iniciales: Muestras de sangre para determinar las condiciones basales.

Intermedios: Muestras de sangre para verificar si ya están elevados el colesterol, la glucosa, los triglicéridos y LDL durante los dos meses.

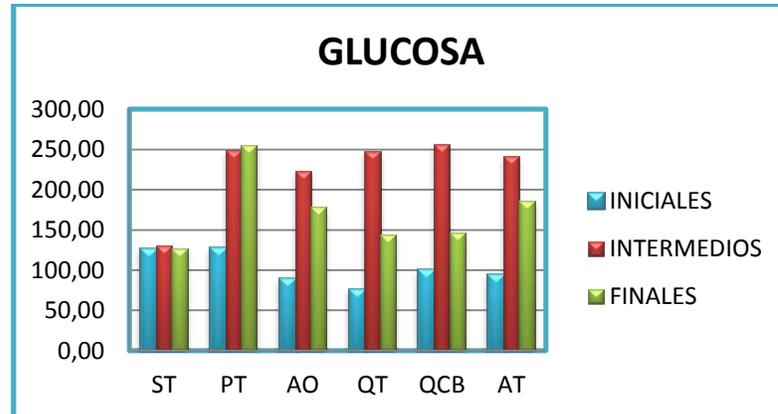
Finales: Muestras de sangre para verificar si los tratamientos influyo o no en los niveles lipídicos y glicémicos de los animales de experimentación.

Tabla N° 17. Condiciones iniciales, intermedias y finales de glucosa.

GLUCOSA (mg/dl)	GLUCOSA (mg/dl)	GLUCOSA (mg/dl)
132,00	135,33	125,12
139,01	127,67	126,87
108,26	129,00	130,09
143,82	245,33	254,49
135,49	253,96	257,24
104,79	246,67	255,24
88,22	241,83	176,05
87,15	230,00	178,33
93,74	198,33	180,12
82,89	254,57	142,50
57,20	243,31	146,00
87,15	243,96	145,50
73,97	272,20	147,50
119,18	236,97	145,50
106,26	259,41	148,00
96,54	229,15	197,44
86,69	239,30	179,35
99,20	258,05	182,07

Fuente: Autora

Grafico N° 4: Glucosa



Fuente: Autora

Glucosa

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,28515

Error: 2,6859 gl: 8

Columnal Medias n E.E.

QT 144,67 3 0,95 A

QCB 147,00 3 0,95 A

AO 178,48 3 0,95 B

ATR 195,73 3 0,95 C

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

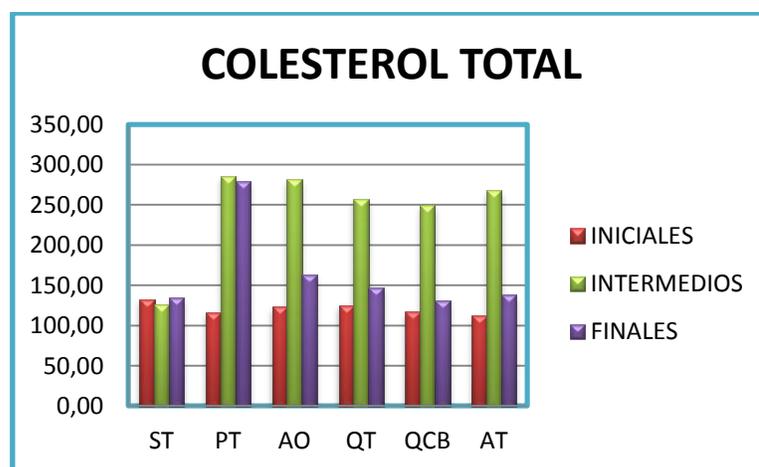
El cuadro de ADEVA mostro significancia estadística entre tratamiento, por lo que fue necesario realizar la prueba de Tukey al 5%, mediante la prueba se determinó que el Tratamiento QT y QCB se ubicó en el primer rango estadístico A, con un valor de 143,67 y QCB 147,00 de glucosa.

Tabla N° 18: Condiciones iniciales, intermedias y finales de colesterol total.

COLESTEROL TOTAL (mg/dl)	COLESTEROL TOTAL (mg/dl)	COLESTEROL TOTAL (mg/dl)
124,15	123,36	131,06
146,06	129,22	132,93
128,00	124,67	138,91
128,68	293,57	276,23
123,10	285,51	282,70
98,45	279,68	280,57
120,93	291,21	154,50
144,50	269,15	149,38
104,34	285,86	186,99
113,49	235,52	152,00
127,45	251,33	150,00
134,88	286,15	141,00
104,50	269,60	118,00
126,51	230,06	132,00
121,55	248,31	143,50
123,10	276,96	129,88
108,99	260,24	142,43
104,34	267,67	142,87

Fuente: Autora

Grafico N° 5: Colesterol Total



Fuente: Autora

Colesterol total

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,20415

Error: 2,5853 gl: 8

Columnal Medias n E.E.

QCB	133,84	3 0,93	A
ATR	141,95	3 0,93	B
QT	150,44	3 0,93	C
AO	152,64	3 0,93	C

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

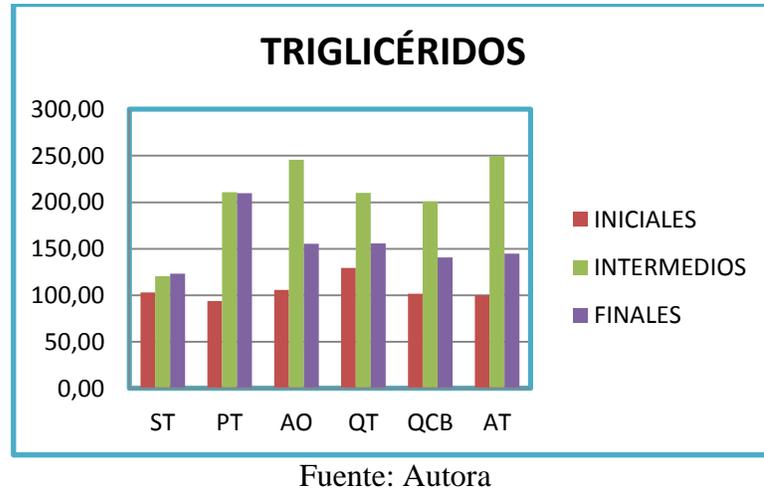
El cuadro de ADEVA mostro significancia estadística entre tratamiento, por lo que fue necesario realizar la prueba de Tukey al 5%, mediante la prueba se determinó que el Tratamiento QCB se ubicó en el primer rango estadístico A, con un valor de 133,84 de colesterol total.

Tabla N° 19: Condiciones iniciales, intermedias y finales de triglicéridos.

TRIGLICERIDOS (mg/dl)	TRIGLICERIDOS (mg/dl)	TRIGLICERIDOS (mg/dl)
89,12	119,00	123,84
107,69	121,78	127,76
112,10	120,80	118,65
91,34	210,56	199,15
94,96	208,21	241,64
95,28	213,38	189,00
99,69	238,10	161,11
103,94	254,07	161,18
113,55	244,92	143,72
129,77	194,63	142,00
137,80	205,01	156,00
121,26	231,00	169,50
88,51	234,94	131,50
116,85	189,11	150,00
99,85	178,39	141,00
94,96	249,73	153,62
106,78	249,11	142,51
98,27	250,89	138,66

Fuente: Autora

Grafico N° 6: Triglicéridos



Triglicéridos

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,91285

Error: 17,4193 gl: 8

Columnal Medias n E.E.

QCB	136,91	3 2,41	A
ATR	144,93	3 2,41	A B
QT	152,47	3 2,41	B C
AO	160,10	3 2,41	C

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

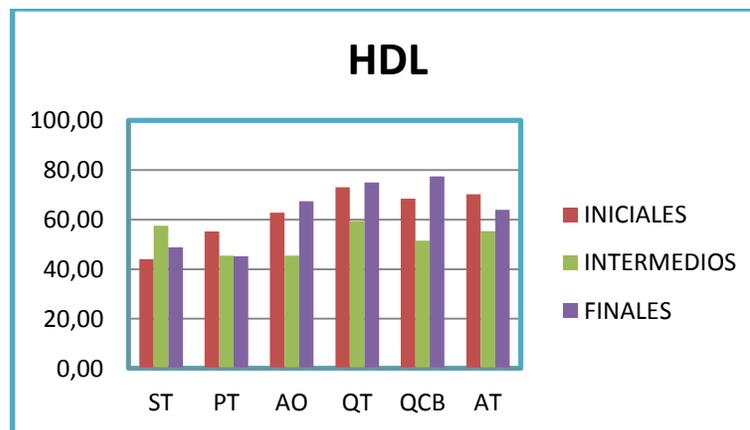
El cuadro de ADEVA mostro significancia estadística entre tratamiento, por lo que fue necesario realizar la prueba de Tukey al 5%, mediante la prueba se determinó que el Tratamiento QCB y ATR se ubicó en el primer rango estadístico A, con un valor de 136,91 ATR y 144,93 de triglicéridos.

Tabla N° 20: Condiciones iniciales, intermedias y finales de HDL.

HDLC (mg/dl)	HDLC (mg/dl)	HDLC (mg/dl)
49,00	58,64	47,81
42,19	56,92	47,09
40,78	56,92	51,56
60,90	47,00	43,70
60,06	42,10	47,48
44,70	47,35	44,32
60,06	57,87	47,74
72,67	59,66	78,04
55,48	55,66	76,26
61,67	60,15	61,15
73,59	57,49	81,00
83,68	60,61	82,50
60,98	53,01	88,10
73,81	51,32	76,26
70,60	50,00	67,61
76,80	60,60	63,82
70,37	57,81	64,77
63,50	47,60	63,01

Fuente: Autora

Grafico N° 7: HDL



Fuente: Autora

HDL

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,11446

Error: 2,4762 gl: 8

Columnal Medias n E.E.

ATR 63,20 3 0,91 A

QCB 71,50 3 0,91 B

AO 76,65 3 0,91 C

QT 81,22 3 0,91 D

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

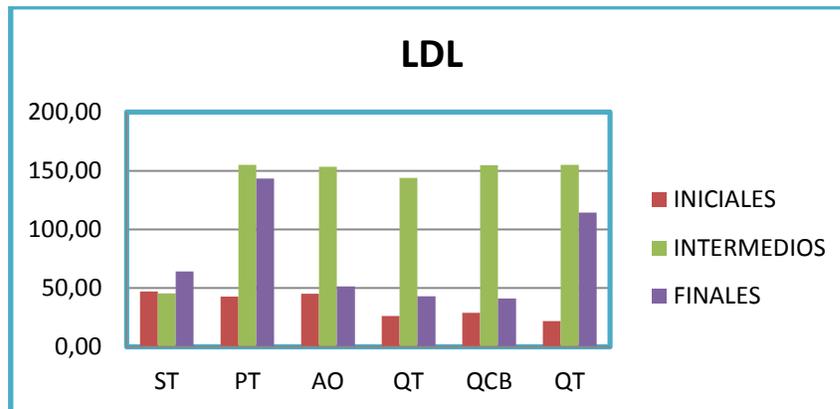
El cuadro de ADEVA mostro significancia estadística entre tratamiento, por lo que fue necesario realizar la prueba de Tukey al 5%, mediante la prueba se determinó que el Tratamiento ATR se ubicó en el primer rango estadístico A, con un valor de 63,20 de HDL.

Tabla N° 21: Condiciones iniciales, intermedias y finales de LDL.

LDLc (mg/dl)	LDLc (mg/dl)	LDLc (mg/dl)
45,99	52,23	63,91
47,00	42,24	63,87
48,34	42,24	64,80
49,51	159,00	133,75
44,06	159,50	140,87
35,16	146,92	155,48
60,24	162,91	46,33
51,05	149,66	71,58
24,66	148,08	36,20
25,87	142,09	42,00
26,21	145,38	52,00
26,95	144,76	35,00
25,82	152,81	48,00
29,33	155,26	35,00
31,48	156,00	40,50
27,32	154,91	104,57
17,27	156,84	119,36
21,19	153,39	118,89

Fuente: Autora

Grafico N° 8: LDL



Fuente: Autora

LDL

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,62780

Error: 3,1326 gl: 8

Columnal Medias n E.E.

QT 42,59 3 1,02 A

AO 43,88 3 1,02 A

QCB 46,33 3 1,02 A

ATR 120,08 3 1,02 B

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

El cuadro de ADEVA mostro significancia estadística entre tratamiento, por lo que fue necesario realizar la prueba de Tukey al 5%, mediante la prueba se determinó que el Tratamiento QT, AO y QCB se ubicó en el primer rango estadístico A, con un valor de QT 42,59, AO 43,88 y QCB 46,33 de LDL.

En las tablas anteriores establecen comparaciones de los distintos valores obtenidos dentro de un mismo parámetro como glucosa, colesterol total, triglicéridos, HDL y LDL.

CAPÍTULO IV

4. DISCUSIÓN

El perfil lipídico de quinua tunkahuan y quinua criolla blanca reporta los mejores resultados alcanzando con un porcentaje de rendimiento en cada variedad, quinua tunkahuan fue 4,77% de la quinua criolla blanca 5,07% en cuanto a los parámetros organolépticos cada extracto presenta su propio color, olor y aspecto debido a que cada variedad es única.

A las dosis de 10, 100 y 1000 ppm no se pudo observar mortalidad en las *Artemias salinas* a las 24 horas que se hizo la lectura determinándose que los extractos lipídicos de la quinua no son inocuos por que no se determinó la dosis letal 50.

Se trabajó con 26 ratones a los cuales se administró mediante vía oral en dosis de 8, 16, 32 y 64 ml/kg de peso para la toxicidad, estos ratones fueron observados durante 14 días al finalizar el estudio no existió mortalidad solo en los animales de 64ml/kg de peso hubo diarrea durante las tres primeras horas de administración, eliminando el efecto secundario a las 4 horas en la necropsia no hubo aumento de tamaño en el hígado, estomago, bazo y riñones no hubo cambio de color no existió toxicidad.

La elaboración del producto podemos ver que no hay una variación significativa en cuanto al análisis bromatológico en el que se indica la composición bromatológica de las frutas podemos manifestar que es rica en componentes de potasio, hierro, calcio, magnesio, fosforo, sodio, zinc así mismo en fibra, proteína los cuales ayudaría a prevenir problemas cardiacos y accidentes cerebrovasculares lo cual va ayudar mayormente a prevenir o desarrollar enfermedades cronodegenerativas, en cuanto al análisis microbiológico que hay ausencia total de microorganismos .

Se determinó las condiciones basales de colesterol, glucosa, triglicéridos, HDL y LDL de los animales de experimentación, cuyos valores se indican en las tablas

iniciales N°: 15, 16, 17, 18 y 19 luego se indujo a una dieta hipercalórica que se les administro a los animales de experimentación por dos meses y se tomaron muestras de sangre para corroborar que la dieta si los elevo los niveles de glucosa, colesterol, triglicéridos, HDL y LDL, se muestran en las tablas intermedias N°: 15, 16, 17, 18 y 19, finalmente luego de los tratamientos realizados con aceite de oliva, Atorvastatina y los extractos lipídicos de quinua tunkahuan y quinua criolla blanca poseen componentes ricos en ácidos grasos poliinsaturados, fitoesteroles y tocoferoles tiene una influencia positiva sobre los niveles lipídicos y glucosa en los animales de experimentación puesto que disminuyeron significativamente como se demuestra en las tablas finales N°: 15, 16, 17, 18 y 19 de acuerdo al análisis de tukey el mejor tratamiento es el aceite quinua criolla blanca y quinua tunkahuan.

Se determinaron las condiciones basales cuyos valores están dentro de los parámetros, luego al inducirlos a patología se elevaron los niveles, luego del tratamiento vemos que los extractos lipídicos de quinua de las dos variedades tienen un efecto benéfico sobre estos, que si comparamos con aquellos animales que inducimos la patología y les retiramos el alimento los niveles se mantienen altos necesita un tratamiento para que retornen a las condiciones normales. Los fitoesteroles ayudan a disminuir por tal mecanismo, de manera endógena y exógena porque forma moléculas más grandes y mayor afinidad tiene las células bianas que existe en el intestino y los ácidos biliares que su organismo produce para desdoblar o para formar las vitaminas liposolubles (vitamina A) e hidrosolubles (vitamina C) toman el colesterol que circula en el torrente sanguíneo con los ácidos biliares en el hígado metabolizan las vitaminas o los ácidos biliares para desdoblar lo que ingerimos de grasas.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Al terminar la presente investigación se concluye lo siguiente:

- Para la obtención de los extractos lipídicos se realizó una maceración con hexano luego 2 horas en el Soxhlet a una temperatura baja se obtuvo un porcentaje de rendimiento en cada variedad, de quinua tunkahuan y quinua criolla blanca reporta los mejores resultados alcanzando con un porcentaje de rendimiento quinua tunkahuan fue 4,77% de la quinua criolla blanca 5,07%, pero este aceite por el punto de humeo no serviría para frituras pero si como aderezo para ensaladas, en cuanto a los parámetros organolépticos cada extracto presenta su propio color, olor y aspecto debido a que cada variedad es única.
- Se realizó la toxicidad letal DL50 en *Artemia salina* y toxicidad aguda en animales de experimentación determinándose que a dosis de 1000ppm en *Artemia salina* y 64ml/kg de peso en animales de experimentación el aceite de quinua de las dos variedades es totalmente no toxico.
- El aceite de los extractos lipídicos de quinua tunkahuan y criolla blanca ayuda a concentrar los nutrientes favoreciendo de esta manera a que cubra la necesidades de nuestro organismo a diario por el alto contenido de fibra en las frutas ayudando a procesos gastrointestinales como estreñimiento y si a esto adicionamos 6ml de extracto lipídico a las frutas se mejoró aun la calidad del producto puesto que es rico en fibra, proteína, minerales, ácidos grasos poliinsaturados, fitoesteroles, tocoferoles los cuales ayudarían en conjunto a prevenir el desarrollo de enfermedades cronodegenerativas que son la primera

causante de muerte degenerativa a nivel local como Chimborazo que existen niveles altos en diabetes , nacional y mundial.

- De acuerdo a la matriz alimentaria disminuye los niveles de colesterol, glucosa, triglicéridos, LDL y HDL en los animales de experimentación asimismo ayuda a elevar los niveles HDL o colesterol bueno el cual contrarresta que se eleven los niveles de colesterol, así mismo la fibra favorece a todos estos procesos antes mencionados.

5.2. RECOMENDACIONES

Luego de haber realizado las conclusiones de la investigación se proponen las siguientes recomendaciones:

- Realizar el Test de *Artemia salina*, se recomienda mayor número de concentraciones para que la variabilidad sea mínima y obtener un intervalo de confianza del 95%; ya que con tan solo tres diluciones el porcentaje de error es muy alto y la confiabilidad se reduce.
- Realizar estudios de fases clínicas en el ser humano para de esta manera demostrar la seguridad, eficacia y la calidad de estos extractos lipídicos.
- La importancia de trabajar con ratones *mus musculus* sobre el síndrome metabólico son usados para buscar posibles soluciones a los padecimientos, enfermedades y alteraciones presentes en los seres humanos e ideales para la experimentación, porque los tienen todo son pequeños y manejables, tranquilos y nada agresivos, y su periodo de gestación es de sólo 20 días.
- Este estudio puede servir para aplicar medidas de prevención básicamente dieta, ejercicio malos hábitos alimenticios ya que son los principales factores contraer el síndrome metabólico.

CAPÍTULO VI

6. PROPUESTA

6.1. Título de la propuesta

Elaborar un alimento funcional a partir de hojuelas de frutas deshidratadas impregnadas con extracto lipídico de quinua (*chenopodiumquinoawilld*).

6.2. Introducción

La deshidratación es una de las formas más antiguas de procesar alimentos. Consiste en eliminar una buena parte de la humedad de los alimentos, para que no se arruinen.

Se considera de mucha importancia la conservación de alimentos pues esto nos permite alargar la vida útil de las frutas y poder tener acceso a mercados más tarde, otra de las importancias de conservar frutas deshidratadas es debido a que podremos contar con frutas en épocas que normalmente no se producen.

Por medio del calor se elimina el agua que contienen algunos alimentos mediante la deshidratación solar. Esto impide el crecimiento de las bacterias, reduciendo el grado de humedad deteniendo el crecimiento de microorganismos que son los causantes que la fruta se deteriore.

Los alimentos deshidratados mantienen gran proporción de su valor nutritivo original si el proceso se realiza en forma adecuada.

6.3. OBJETIVOS:

6.3.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar un alimento funcional a partir de hojuelas de frutas deshidratadas impregnadas con extracto lipídico de quinua (*chenopodiumquinoawilld*).

6.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar hojuelas de frutas a base de manzana, uvas y fresa.
- Impregnar el extracto lipídico de quinua en las hojuelas de manzana, uvas y fresa.
- Realizar el control de calidad de las hojuelas de frutas impregnadas.

6.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO – TÉCNICA.

6.4.1. Deshidratación

La deshidratación es una de las técnicas más ampliamente utilizadas para la conservación de los alimentos. Hace unos 400.000 años, se secaban al sol alimentos como frutas, granos, vegetales, carnes y pescados, aprendiendo mediante ensayos y errores, para conseguir una posibilidad de subsistencia en épocas de escasez de alimentos, no solo necesarios sino que también nutritivos. Esta técnica de conservación trata de preservar la calidad de los alimentos bajando la actividad de agua (aw) mediante la disminución del contenido de humedad, evitando así el deterioro y contaminación microbiológica de los mismos durante el almacenamiento. Para ello se pueden utilizar varios métodos de deshidratación o combinación de los mismos, tales como secado solar, aire caliente, microondas, liofilización, atomización, deshidratación osmótica, entre otros. (Galaviz G Martines E et al, 2012).

El agua es el principal componente de los alimentos, ayudándoles a mantener su frescura, sabor, textura y color. Además de conocer el contenido de agua o humedad

de un alimento, es imprescindible conocer si está disponible para ciertas reacciones bioquímicas, enzimáticas, microbianas, o bien interactuando con otros solutos presentes en el alimento, como son, proteínas, carbohidratos, lípidos y vitaminas (Marin E et al, 2006).

6.4.2. Tipos de deshidratación

6.4.2.1. Deshidratación solar

Una deshidratadora consiste esencialmente de un elemento de calor, un ventilador y conductos que permiten la circulación del aire, además de las charolas o superficies donde se coloca el alimento. La mayoría de los alimentos son deshidratados a temperaturas alrededor de 54 °C. Siendo el sol una fuente prácticamente inagotable y gratuita de calor. Las deshidratadoras solares o secadoras solares son un medio efectivo y eficiente en materia de costos para conservar los alimentos. Un secador o deshidratador solar con un diseño adecuado puede alcanzar una gran eficiencia en el aprovechamiento de la energía solar, y en unos pocos años se traducirá en un ahorro considerable en el costo de energéticos (ENERGIA SOLAR .MX, 2009).

6.4.2.2. Deshidratación al aire libre

Está limitada a las regiones templadas o cálidas donde el viento y la humedad del aire son adecuados. Generalmente se aplica a frutas y semillas, aunque también es frecuente para algunas hortalizas como los pimientos y tomates (Rubio R, 2013).

6.4.2.3. Deshidratación por aire

Para que pueda llevarse a cabo de forma directa, es necesario que la presión de vapor de agua en el aire que rodea al producto a deshidratar, sea significativamente inferior que su presión parcial saturada a la temperatura de trabajo. Puede realizarse de dos formas: por partidas o de forma continua, constando el equipo de: túneles,

deseCADadores de bandeja u horno, deseCADadores de tambor o giratorios y deseCADadores neumáticos de cinta acanalada, giratorios, de cascada, torre, espiral, lecho fluidificado, de tolva y de cinta o banda. (Rubio R, 2013).

6.4.2.4. Desehidratación por rocío

Los sistemas de desehidratación por rocío requieren la instalación de un ventilador de potencia apropiada, así como un sistema de calentamiento de aire, un atomizador, una cámara de deseCACación y los medios necesarios para retirar el producto seco. Mediante este método, el producto a desehidratar, presentado como fluido, se dispersa en forma de una pulverización atomizada en una contracorriente de aire seco y caliente, de modo que las pequeñas gotas son secadas (Rubio R, 2013).

6.4.2.5. Desehidratación por congelación

Consiste en la eliminación de agua mediante evaporación directa desde el hielo, y esto se consigue manteniendo la temperatura y la presión por debajo de las condiciones del punto triple (punto en el que pueden coexistir los tres estados físicos, tomando el del agua un valor de 0,0098°C) (Rubio R, 2013).

6.4.2.6. Desehidratación en bandejas

Un secador de bandejas es un equipo totalmente cerrado y aislado en el cual los sólidos se colocan en grupos de bandejas, en el caso de sólidos particulados o amontonados en repisas, en el caso de objetos grandes. La transmisión de calor puede ser directa del gas a los sólidos, utilizando la circulación de grandes volúmenes de gas caliente, o indirecta, utilizando repisas, serpentines de calefacción o paredes refractarias en el interior de la cubierta (Torre I, Barritt B., 1977).

6.4.3. Frutas desehidratadas

Las frutas tienen características funcionales; debido a que reducen el riesgo de padecer diferentes enfermedades como cáncer, enfermedades cardiovasculares, cataratas y otras; a pesar de ello su consumo, en general, se encuentra por debajo de los niveles recomendados en la dieta normal. Existen diferentes métodos de deshidratación y un mayor número de modificaciones de los mismos. El método escogido depende del tipo de alimento que se va a deshidratar, el nivel de calidad que se puede alcanzar. El desarrollo de nuevos productos como fruta deshidratada, de alta calidad, con una vida útil razonable y beneficios para el consumidor; debido a que se trata de alimentos sin colesterol, bajos en grasa y sodio, con altos niveles de vitaminas, minerales y fibras; permite ampliar su disponibilidad en el mercado, así como su índice de consumo. (Ochoa R, 2012).

6.4.3.1. Frutas frescas

Frutas frescas son aquellas que no han sufrido ningún tipo de transformación desde su recogida del árbol, es decir, aquellas que vemos en los escaparates de las fruterías. Las frutas son un producto favorable a distintas transformaciones por lo cual podemos encontrarlas deshidratadas, confitadas o enlatadas. Aunque todas son frutas, tienen peculiaridades que las diferencian, tanto en su aspecto y sabor como en sus propiedades y beneficios. (Paula, 2015)

6.4.3.2. Beneficios de las frutas deshidratadas

- El consumo habitual y moderado de frutas deshidratadas reduce los niveles de colesterol LDL (colesterol malo), aumenta el colesterol HDL (beneficioso) y protege frente al desarrollo de arteriosclerosis.
- Por su riqueza en proteínas de alto valor biológico, forman parte de la dieta vegetariana, pues bien combinados con otros alimentos (lácteos, cereales).
- Tienen propiedades reguladoras de múltiples funciones orgánicas, como las digestivas, circulatorias, inmunológicas entre otras, por su contenido de fibra y vitaminas. Tienen propiedades antioxidantes.

- Tienen propiedades anti-inflamatorias que ayudan en la lucha contra las infecciones urinarias. Previenen enfermedades como el cáncer de próstata.

6.4.3.3. Beneficios de las frutas frescas

Las frutas secas tienen una serie de indudables beneficios para el organismo, éstos sirven especialmente para determinadas actividades. Las frutas frescas, en cambio, pueden comerse de manera más habitual y en mayores cantidades, comer dos naranjas todos los días hace que suministremos a nuestro cuerpo la vitamina C que necesita, además de una buena cantidad de agua (Paula, 2015).

- Ayudan a mantenernos hidratados. Su alto contenido en agua facilita la eliminación de toxinas de nuestro organismo y nos ayuda a estar hidratados.
- Ricas en vitamina C. Por eso se recomienda su consumo a diario, para fortalecer nuestro sistema inmunitario.

6.4.3.4. Fresas

El humano ha consumido fresas durante siglos en el siglo 17 y 18 la fresa era considerada un manjar digno únicamente de las familias europeas más poderosas con el tiempo el cultivo de la fresa se extendió de Europa hacia Asia y América. Es una de las frutas más apreciadas desde la Antigüedad. La fresa es una de las frutas de mayor aceptación mundial y es también una de las que tiene mayores usos, entre los que se encuentran su exportación e importación como producto fresco, en la industria alimenticia, como saborizante (en la elaboración o repostería), entre otros (Kessel A, 2012).

Beneficios de la fresa

- La fresa contiene un antioxidante, posee enormes cantidades de caroteno, vitamina C y vitamina E, siendo recomendable su consumo para la prevención del cáncer.

- Ayuda a tratar a las personas con la presión alta, sufren con artritis, reumatismo o gota, puesto que la fresa ayuda al cuerpo a eliminar los excesos de ácido úrico.
- Se emplea a la fresa para limpiar el aparato digestivo, y como una eficiente alternativa para reducir índices anémicos y malestares causados por la artritis el, reumatismo y previene las caries dentales.
- Previene el daño en la capa más interna de las arterias (endotelio), observado con frecuencia en personas que sufren de hipertensión arterial, diabetes o alteración de los lípidos: Colesterol y triglicéridos.
- Alivia el reumatismo, reduce el exceso de ácido úrico, contrapesar la anemia, disolver los cálculos biliares y renales, contrarrestar las enfermedades del hígado, aumentar el nivel de defensa del sistema inmunológico, regenerar la piel y depurar la sangre (Rodriguez J, 2014).

Beneficios de las fresas deshidratadas

- Buen protector contra el cáncer, la gota, la artritis y la anemia.
- Contiene un ácido que neutraliza los efectos cancerígenos del humo del tabaco.
- La fresa tiene contenidos de vitamina C, vitamina E y beta carotenos se refiere, los tres antioxidantes por excelencia. Fruta para ayudar al cuerpo a eliminar el exceso de ácido úrico.
- Las fresas ayudan en el tratamiento de la tensión alta y han sido utilizadas en medicina natural para limpiar y purificar el aparato digestivo.
- Tienen propiedades reguladoras de múltiples funciones orgánicas, como las digestivas, circulatorias, inmunológicas entre otras, por su contenido de fibra y (Contreras c, 2006).

Información nutricional de la fresa fresca y fresa deshidratada.

Se muestra en la tabla N° 20 los principales nutrientes de la fresa. La fresa es un alimento rico en vitamina C ya que 100g de esta fruta contienen 54,93mg.

Tabla N° 22. Información nutricional de la fresa fresca y deshidratada corresponde a 100 gramos de la fruta.

PARAMETRO		Fresa fresca	Fresa Deshidratada
Agua	%	90.95	2,36
energía	kcal	32	243
Proteína	g	0.67	2.46
Grasa total	g	0.30	0.49
Carbohidratos	g	7.68	64.05
Fibra dietética total	g	2.00	7.80
Ceniza	g	0.40	1.82
Calcio	mg	16	38
Fosforo	mg	24	77
Hierro	mg	0.62	2.71
Tiamina	mg	0.02	0.04
Riboflavina	mg	0.02	0.16
Niacina	mg	0.39	1.93
Vitamina C	mg	59	4
Vitamina A	mg	1	122
Ac.Grasos Mono-insaturados	g	0.04	0.23
Ac.Grasos Poli-insaturados	g	0.16	0.11
Ac. Grasos Saturados	g	0.01	0.04
Colesterol	mg	-	-
Potasio	mg	153	796
Sodio	mg	1	18
Zinc	mg	0.14	0.50
Magnesio	mg	13	39
Vitamina B6	mg	0.05	0.16

Fuente: INCAP 2012

6.4.3.5. Manzanas

Descripción: La manzana es el fruto de unos pequeños árboles, originarios de Europa, el oeste del Turkestán y el suroeste y centro de Asia. Estos árboles pertenecen a la familia de las Rosáceas. La manzana es una fruta crujiente, de carne blanca y piel roja, amarilla o verde. Tienen un sabor dulce moderado, sabor refrescante y cierta

acidez que puede ser más o menos intensa de acuerdo al tipo de manzana. La manzana pertenece a la familia de las rosas (Contreras c, 2006)

Beneficios de la manzana

- Comer cinco manzanas semanales mejora el funcionamiento de los pulmones y disminuye las enfermedades respiratorias.
- Las manzanas ayuda a evitar la descalcificación de las mujeres durante la menopausia.
- Manzanas y el Cáncer de Seno: La Universidad de Cornell condujo una investigación en ratas y de acuerdo con los resultados, los tumores de seno cancerosos disminuyeron en un 44 % en las ratas que fueron alimentadas con una cantidad de manzanas equivalente a una, tres y seis manzanas diarias en el consumo humano, durante 24 semanas.
- Su alto contenido de pectina, ayuda a que el cuerpo disminuya los niveles de colesterol en sangre (North Carolina Department of Agriculture , 2012)
- Por su alto contenido en agua, una manzana calma la sed y ayuda a conservar el agua de las células del cuerpo, por lo que ayuda a mantener la piel hidratada y sana. (Palomo I et al, 2010).

Beneficios de la manzana deshidratada

- Útil para los diabéticos, la pectina ayuda a mantener estables los niveles de azúcar.
- La pectina ayuda a nuestro cuerpo a eliminar metales pesados como el plomo y mercurio.
- El consumo habitual de manzana puede ayudar a personas al colesterol alto.
- Es a la vez efectivo contra el estreñimiento y la diarrea. La manzana limpia los dientes y fortalece las encías.

Información nutricional de la manzana fresca y manzana deshidratada.

Tabla N° 23: Información nutricional de la manzana de 100 gramos de la fruta.

PARAMETRO		Manzana Fresca	Manzana Deshidratada
Agua	%	84.74	3.00
energía	kcal	54	346
Proteína	g	0.30	1.32
Grasa total	g	0.10	0.58
Carbohidratos	g	14.60	93.53
Fibra dietética total	g	1.30	12.40
Ceniza	g	0.30	1.57
Calcio	mg	4	19
Fosforo	mg	8	55
Hierro	mg	0.70	2.00
Tiamina	mg	0.02	0.05
Riboflavina	mg	0.02	0.13
Niacina	mg	0.17	0.68
Vitamina C	mg	8	2
Vitamina A	mg	2	4
Ac. Grasos Mono-insaturados	g	-	0.02
Ac. Grasos Poli-insaturados	g	0.04	0.17
Ac. Grasos Saturados	g	0.02	0.09
Colesterol	mg	-	-
Potasio	mg	90	640
Sodio	mg	0	124
Zinc	mg	0.05	0.29
Magnesio	mg	-	22
Vitamina B6	mg	0.04	0.28

Fuente: INCAP 2012

6.4.3.6. Uvas

La uva es una fruta cuyo cultivo se realiza en casi todo el mundo y que posee una gran cantidad de variedades. Contiene un alto valor calórico, por lo que provee de energía al cuerpo y es baja en grasas. También es fuente de potasio y en pequeñas cantidades nos proporciona fibra, calcio, hierro, magnesio, fósforo, sodio, vitamina C y ácido fólico(Grupo Eroski, 2004).

Beneficios de las uvas

- El jugo de uva limpia las arterias, permite una mejor circulación de la sangre y protege al Corazón.
- Los flavonoides encontramos en el jugo de uvas negras y el vino tinto ayudan a prevenir el colesterol malo de la sangre, el cual ocasiona la formación de plaquetas en las arterias del corazón.
- La uva negra ayuda a eliminar la arterosclerosis y el adelgazamiento de las arterias. La uva negra disminuye los riesgos de ataques al Corazón.
- Ayuda a mantener un buen nivel de colesterol, permiten que los antioxidantes defiendan al cuerpo de los radicales libres durante un tiempo más largo.
- Ayuda a prevenir el cáncer de seno. (North Carolina Department of Agriculture , 2012).

Beneficios de las uvas deshidratadas

- Estreñimiento: Cuando ingerimos pasas, la fibra presente en ellas en forma seca, se hincha por la absorción de agua. Esto ayuda a aliviar los síntomas del estreñimiento.
- Aumento de peso: Las uvas deshidratadas, son muy buenos para aumentar nuestro peso, ya que están compuestos de grandes cantidades de fructosa y glucosa y nos aportan mucha energía.
- Anemia: Las pasas contienen una gran cantidad de hierro, un mineral que ayuda directamente a tratar la anemia. También contiene muchos miembros del complejo de vitamina B, que son esenciales para la formación de la sangre.
- Fiebre: Los fitonutrientes fenólicos, conocidos por sus propiedades germicidas, anti-oxidantes y anti-bióticas, están presentes en grandes cantidades en las uvas y en las pasas.

- Impotencia: Se conoce que las uvas secas estimulan la libido e inducen a la excitación, principalmente debido a la presencia de un aminoácido llamado arginina, que es beneficioso en el tratamiento de los problemas de erección.
- Cuidado dental: El ácido oleanólico, uno de los fitoquímicos que encontramos en las uvas, desempeña un papel crucial en la protección de los dientes contra las caries dentales, la fragilidad y la sensibilidad de los dientes, etc.

Información nutricional de las uvas frescas y uvas deshidratadas.

Tabla N° 24. Información nutricional de las uvas fresca y deshidratada corresponde a 100 gramos de la fruta.

PARAMETRO		Uva Fresca	Uva Deshidratada
Agua	%	81.60	15.43
energía	kcal	68	299
Proteína	g	0.60	3.07
Grasa total	g	0.70	0.46
Carbohidratos	g	16.70	79.18
Fibra dietética total	g	-	3.70
Ceniza	g	0.40	1.85
Calcio	mg	12	50
Fosforo	mg	15	101
Hierro	mg	0.90	1.88
Tiamina	mg	0.05	0.11
Riboflavina	mg	0.04	0.13
Niacina	mg	0.50	0.77
Vitamina C	mg	3	2
Vitamina A	mg	2	
Ac. Grasos Monoinsaturados	g	0.02	0.05
Ac. Grasos Poli-insaturados	g	0.13	0.04
Ac. Grasos Saturados	g	0.19	0.06
Colesterol	mg	-	-
Potasio	mg	185	749
Sodio	mg	2	11
Zinc	mg	0.05	0.22
Magnesio	mg	-	32
Vitamina B6	mg	0.11	0.17

Fuente: INCAP 2012

6.5. Descripción de la propuesta

6.5.1. Procedimiento

6.5.1.1. Deshidratación de frutas como es manzanas, uvas, y fresas.

Se llevó a cabo pruebas para el deshidratado con diferentes frutas mediante la aplicación de diferentes métodos en el laboratorio de procesos agroindustriales se procederá al procesamiento de chips de manzanas, uvas y fresas por deshidratación solar.

- Se seleccionó las frutas fresas, manzanas y uvas con estructura celular rígida.
- Consistió en las operaciones de lavado, pelado y eliminación de las semillas. El lavado se llevó a cabo con agua limpia potable.
- El pelado se realizó de forma manual con cuchillas.
- Las muestras se prepararon en rodajas de 5 mm de espesor. El corte de las rodajas se realizó usando una chiflera.
- Preparamos ácido cítrico 1 litro de agua y 30 % de ácido cítrico colocamos en inmersión las rodajas de manzanas por 5 minutos, escurrimos, pesar.
- En las fresas cortar con la cortadora las frutas en rodajas de tamaños especiales para garantizar que el deshidratado fuera mejor, ya que depende mucho del área de contacto de la fruta con el calor generado en el deshidratador solar.
- En las uvas les separamos del racimo y lo pesamos.
- Colocar las muestras pesadas en bandejas y luego al deshidratador solar.
- Pesar cada día las fresas y manzanas, durante 5 días a excepción de las uvas por que se demora 15 días.
- Luego de cumplirse el tiempo de secado, retiramos las frutas del deshidratador solar donde obtuvimos el peso de las frutas secas, también observamos los diferentes cambios organolépticos y de tamaños que sufrieron las frutas.

- Colocar en fundas con cierre hermético y pesar.

6.5.1.2. Impregnación de las frutas deshidratadas

La impregnación al vacío es una técnica culinaria que se utiliza desde hace tiempo en la industria alimentaria. Permite introducir un líquido en el interior de un alimento como la fruta, mediante un aspersor conectado a una bomba al vacío.

- Seleccionar las frutas con la finalidad de eliminar aquellas que presentan algún daño visible (mecánico o quemadura).
- Pesar 50 g de frutas deshidratadas.
- Pesar 6 g de extracto lipídico de quinua tunkahuan y quinua criolla blanca.
- Colocar las frutas deshidratadas en un papel de aluminio.
- Rociar con el aspersor el aceite del extracto lipídico de quinua tunkahuan y quinua criolla blanca en las frutas deshidratadas.
- Colocar las muestras en la estufa por 30 minutos.
- Luego de los 30 minutos retirar de la estufa para la adición de saborizante en las frutas deshidratadas.
- Medir 2ml de saborizante y disolver en 100ml de agua destilada.
- Rosear con el aspersor en las frutas deshidratadas.
- Las manzanas impregnadas con saborizante colocar en la estufa por 30 minutos.
- Retirar de la estufa las hojuelas de frutas impregnadas.
- Envasar en bolsas de aluminio y sellar en una máquina selladora.

6.5.1.3. Análisis microbiológico del producto terminado:

Determinación de aerobios mesófilos, doliformes, mohos y levaduras en placas Petrifil.

- Se esterilizó en la autoclave el material que se va a utilizar: Agua, espátulas, vasos de precipitación, puntas para pipetas.

- Después de desinfectar se sometió a la Cámara de Flujo Laminar a luz UV durante 5 minutos.
- Se rotuló las cajas de Petrifil para aerobios mesófilos, coliformes, mohos y levaduras.
- En seguida, en la cámara de Flujo Laminar se realizan diluciones de todas las frutas; pesando 1g de cada muestra de las dos variedades de quinua en 9mL de agua.
- Posteriormente se levantó la película que se encuentra en la parte superior de la placa, se coloca 1 ml de la dilución en el círculo que se encuentra en la parte inferior; se cierra cuidadosamente para evitar la entrada de burbujas.
- Incubar a 35°C durante 24 a 48 horas.
- Finalmente se contó el número de colonias con ayuda del Contador de colonias.

6.5.1.4. Análisis bromatológico

Estos análisis nos indicarán el contenido de humedad, proteína cruda (nitrógeno total), fibra cruda, lípidos crudos, ceniza y extracto libre de nitrógeno en la muestra. Una descripción más amplia de estos análisis se puede encontrar en Osborne y Voogt (1978), MAFF (1982) y AOAC (1984) (FAO, 1993) .

a. Humedad:

Durante el balanceo de la ración, es fundamental conocer el contenido de agua en cada uno de los elementos que la compondrán; así mismo, es necesario vigilar la humedad en el alimento preparado, ya que niveles superiores al 8% favorecen la presencia de insectos y arriba del 14%, existe el riesgo de contaminación por hongos y bacterias (Cockerell *et al.*, 1971). El método se basa en el secado de una muestra en un horno y su determinación por diferencia de peso entre el material seco y húmedo (FAO, 1993).

Aparatos:

- Horno de secado.
- Desecadores.

Procedimiento:

1. Pese alrededor de 5–10 g de la muestra previamente molida.
2. Coloque la muestra en un horno a 105°C por un mínimo de 12 h.
3. Deje enfriar la muestra en un desecador.
4. Pese nuevamente cuidando de que el material no este expuesto al medio ambiente.

Cálculo:

$$\text{Contenido de humedad \%} = 100 \times \frac{B - A - (C - A)}{B - A}$$

Dónde:

A = Peso de la charolilla seca y limpia (g)

B = Peso de la charolilla + muestra húmeda (g)

C = Peso de la charolilla + muestra seca (g)

b. Cenizas:

El método aquí presentado se emplea para determinar el contenido de ceniza en los alimentos o sus ingredientes mediante la calcinación. Se considera como el contenido de minerales totales o material inorgánico en la muestra (FAO, 1993).

Materiales y equipo:

- Crisoles de porcelana.
- Mufla.

- Desecador.

Procedimiento:

1. En un crisol de porcelana que previamente se calcinó y se llevó a peso constante, coloque de 2.5 a 5g de muestra seca.
2. Coloque el crisol en una mufla y calcínelo a 550°C por 12 horas, deje enfriar y páselo a un desecador.
3. Cuidadosamente pese nuevamente el crisol conteniendo la ceniza.

$$\text{Cálculo: Contenido de ceniza \%} = 100 \times \frac{A-B}{C}$$

Dónde:

A = Peso del crisol con muestra (g)

B = Peso del crisol con ceniza (g)

C = Peso de la muestra (g)

c. Proteína cruda:

Por su costo es este el nutriente más importante en la dieta en una operación comercial; su adecuada evaluación permite controlar la calidad de los insumos proteicos que están siendo adquiridos o del alimento que se está suministrando. Su análisis se efectúa mediante el método de Kjeldahl, mismo que evalúa el contenido de nitrógeno total en la muestra, después de ser digerida con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador de mercurio o selenio (FAO, 1993).

Determinación de proteína cruda por el método Kjeldahl:

Reactivos:

- Oxido de mercurio.
- Sulfato de potasio o sulfato de sodio anhidro.

- Sacarosa.
- Zinc granulado.
- Granulado de piedra pomex lavada con ácido sulfúrico y quemada.
- Ácido sulfúrico concentrado ($d = 1.84 \text{ g/ml}$).
- Solución de hidróxido de sodio al 40 %.
- Solución saturada de sulfato de sodio.
- Solución de tiosulfato de sodio; 8g de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ en 100ml.
- Solución de hidróxido de sodio 0.1N.
- Solución de hidróxido de sodio 0.25N.
- Solución de ácido sulfúrico 0.1N.
- Solución indicadora de rojo de metilo; disuelva 0.3 g de rojo de metilo en 100 ml de etanol (95–96 % V/V).
- Solución indicadora rojo de metilo-azul de metileno; (a) disuelva 0.2g de rojo de metilo en 100ml de etanol (95–96 % V/V) y (b) disuelva 0.1g de azul de metileno en 100ml de etanol (95–96 % V/V), mezcle un volumen de (a) con uno de (b).

Materiales y Equipo:

- Unidad de digestión y destilación Kjeldahl.
- Matraces Kjeldahl.

Procedimiento:

1. Pese 1g de muestra con aproximación de miligramos y pásela a un matraz Kjeldahl; adicione 10g de sulfato de potasio o sulfato de sodio, 0.6 – 0.7g de óxido de mercurio, 25 ml de ácido sulfúrico y unos pocos granos de piedra pomex.
2. Caliente el matraz moderadamente al principio, agitando ocasionalmente hasta que la materia este carbonizada y las burbujas hayan desaparecido, luego aumente la temperatura y permita que se establezca una ebullición suave.

Evite que las paredes del matraz se sobrecalienten para que no se le peguen partículas orgánicas.

3. Cuando la solución se vea clara y sin color, continúe la ebullición por 2 horas más y luego permita que se enfríe. Si después de la digestión y del enfriamiento se cristaliza la solución repita el análisis; si sigue ocurriendo la cristalización repita el análisis usando una mayor cantidad de ácido sulfúrico.
4. Adicione con cuidado al matraz 250–350ml de agua destilada, mezclando el contenido al mismo tiempo; deje enfriar y agréguele unas lentejas de Zinc.
5. Transfiera 25 ml de solución de ácido sulfúrico 0.1 ó 0.5N al matraz de colecta del aparato de destilación, de acuerdo con el valor esperado de Nitrógeno en la muestra, así como unas cuantas gotas de indicador de rojo de metilo.
6. Tomando precauciones para evitar pérdida de amonio, adicione cuidadosamente a la muestra 100 ml de solución de hidróxido de sodio y luego 10 ml de solución de sulfato de sodio o 25 ml de solución de tiosulfato de sodio. Mezcle bien y conecte inmediatamente al aparato de destilación.
7. Caliente el matraz de tal manera que se destilen alrededor de 150 ml del líquido en 30 min. Al finalizar, mida con papel indicador el pH del destilado resultante y si es alcalino continúe con la destilación, la cual se suspenderá cuando el pH aparezca neutro. Durante este proceso agite ocasionalmente el contenido del matraz. Si el destilado se torna alcalino, la determinación deberá ser abandonada y el análisis repetido con los ajustes apropiados.
8. En el matraz de colecta titule el exceso de ácido sulfúrico con hidróxido de sodio 0.1 ó 0.25N, de acuerdo con la normalidad del ácido empleado, al punto final del indicador de rojo de metilo o rojo de metilo-azul de metileno.
9. Corra un blanco de reactivos usando 1g de sacarosa en lugar de la muestra, para usarlo en el cálculo de los resultados.

Cálculo:

- a. Determine el H_2SO_4 consumido. 1 ml de ácido ° 1.4mg de Nitrógeno.

- b. Calcule el porcentaje de Nitrógeno en la muestra y conviértalo a porcentaje de proteína multiplicando el resultado por 6.25.
- c. Si se sospecha de la presencia de Nitrógeno amoniacal o nitratos en la muestra, deberán ser evaluados para restarse del Nitrógeno total. Exceptuando los alimentos para rumiantes, se deberá evaluar el contenido de Nitrógeno no proteico y también substraerse del Nitrógeno total.
- d. Fibra cruda:

Este método permite determinar el contenido de fibra en la muestra, después de ser digerida con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio y calcinado el residuo. La diferencia de pesos después de la calcinación nos indica la cantidad de fibra presente (FAO, 1993).

Reactivos:

- Solución de ácido sulfúrico 0.255N.
- Solución de hidróxido de sodio 0.313N, libre de carbonato de sodio.
- Antiespumante (ej. Alcohol octil o silicona).
- Alcohol etílico al 95% (V/V).
- Éter de petróleo.
- Solución de ácido clorhídrico al 1% (V/V).

Materiales y equipo:

- Matraz de bola fondo plano, 600 ml, cuello esmerilado.
- Unidad de condensación para el matraz.
- Matraz Kitazato de un litro.
- Embudo Buchner.
- Crisol de filtración.
- Conos de hule.
- Papel filtro Whatman No. 541.

- Peseta de 500 ml.
- Desecador.
- Horno de laboratorio.
- Mufla.

Método:

1. Pese con aproximación de miligramos de 2 a 3 gramos de la muestra desengrasada y seca. Colóquela en el matraz y adicione 200ml de la solución de ácido sulfúrico en ebullición.
2. Coloque el condensador y lleve a ebullición en un minuto; de ser necesario adicionele antiespumante. Déjelo hervir exactamente por 30 min, manteniendo constante el volumen con agua destilada y moviendo periódicamente el matraz para remover las partículas adheridas a las paredes.
3. Instale el embudo Buchner con el papel filtro y precaliéntelo con agua hirviendo. Simultáneamente y al término del tiempo de ebullición, retire el matraz, déjelo reposar por un minuto y filtre cuidadosamente usando succión; la filtración se debe realizar en menos de 10 min. Lave el papel filtro con agua hirviendo.
4. Transfiera el residuo al matraz con ayuda de una peseta conteniendo 200ml de solución de NaOH en ebullición y deje hervir por 30 min como en paso 2.
5. Precaliente el crisol de filtración con agua hirviendo y filtre cuidadosamente después de dejar reposar el hidrolizado por 1 min.
6. Lave el residuo con agua hirviendo, con la solución de HCl y nuevamente con agua hirviendo, para terminar con tres lavados con éter de petróleo. Coloque el crisol en el horno a 105°C por 12 horas y enfríe en desecador.
7. Pese rápidamente los crisoles con el residuo (no los manipule) y colóquelos en la mufla a 550°C por 3 horas, déjelos enfriar en un desecador y péselos nuevamente.

Cálculo:

$$\text{Contenido de fibra cruda \%} = 100 \times \frac{A - B}{C}$$

Dónde:

A = Peso del crisol con el residuo seco (g)

B = Peso del crisol con la ceniza (g)

C = Peso de la muestra (g)

e. Extracto Libre de Nitrógeno (ELN):

Dentro de este concepto se agrupan todos los nutrientes no evaluados con los métodos señalados anteriormente dentro del análisis proximal, constituido principalmente por carbohidratos digeribles, así como también vitaminas y demás compuestos orgánicos solubles no nitrogenados; debido a que se obtiene como la resultante de restar a 100 los porcentajes calculados para cada nutriente, los errores cometidos en su respectiva evaluación repercutirán en el cómputo final (FAO, 1993).

Cálculo:

$$\text{Extracto Libre de Nitrógeno \%} = 100 - (A + B + C + D + E)$$

Dónde:

A = Contenido de humedad (%)

B = Contenido de proteína cruda (%)

C = Contenido de lípidos crudos (%)

D = Contenido de fibra cruda (%)

E = Contenido de ceniza (%)

f. Determinación de contenido de minerales:

En la Universidad Nacional de Chimborazo no existe el espectrofotómetro de llama por lo que las muestras se mandaron al INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP) Santa Catalina en el Departamento de Nutrición y Calidad y se analizó el contenido de macronutrientes: calcio, fosforo, magnesio, potasio y sodio.

Micronutrientes Cobre, hierro, manganeso y zinc.

6.6. Resultados

6.6.1. Análisis Bromatológico de las frutas frescas.

Para la alimentación de la matriz alimentaria se seleccionó tres frutas estas son manzanas rojas, uva negras procedentes de Chile, y fresas que se comercializan en los mercados de nuestro país a las cuales se les realizó un análisis bromatológico.

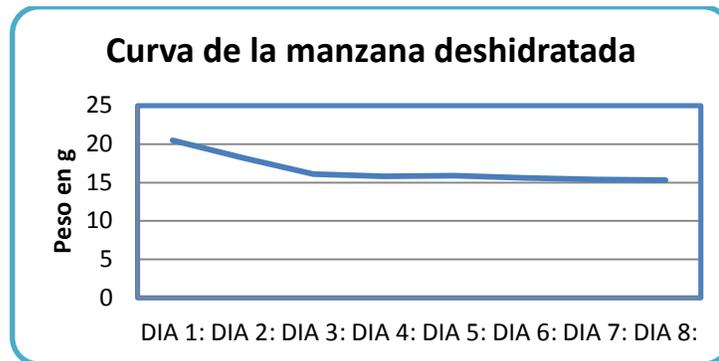
Tabla N° 25: Análisis Bromatológico de las frutas frescas

PARAMETRO	Fresa fresca	Manzana fresca	Uva fresca
Agua %	95	80.74	82
energía kcal	32	55	65
Proteína g	0,74	0.20	0.65
Grasa total g	0,25	0.9	0.75
Carbohidratos g	8,6	12.60	15.70
Fibra dietética total g	3,2	1.50	-
Ceniza g	0,6	0.20	0.45
Calcio mg	20	3	13
Fosforo g	22	6	14
Hierro g	0,72	0.65	0.92
Tiamina mg	0,08	0.05	0.04
Riboflavina g	0,06	0.03	0.05
Niacina g	0,52	0.16	0.53
Vitamina C g	63	9	2
Vitamina A g	1,5	3	2
Potasio g	164	87	188
Sodio g	0,8	0	1
Zinc g	0,2	0.04	0.04
Magnesio g	18	-	-

Fuente autora

Luego a estas frutas se les procedió hacer unos cortes para someter al proceso de deshidratación determinándose que para la fresa fue de 6 días.

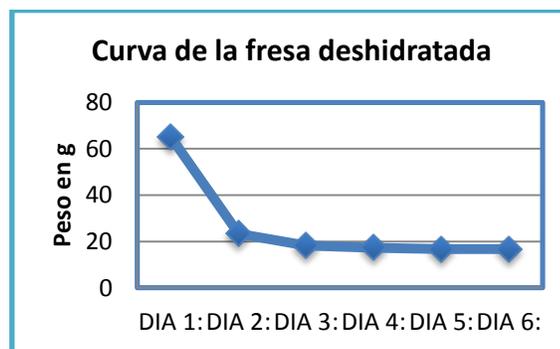
Grafico N° 9: Curva de la manzana deshidratada.



Fuente: Autora

En la grafico N° 9: Como se puede visualizar en la curva el proceso de deshidratación de las rodajas de manzanas sometidas a condiciones de secado por 8 días con un peso de 20,05g de hojuelas deshidratadas

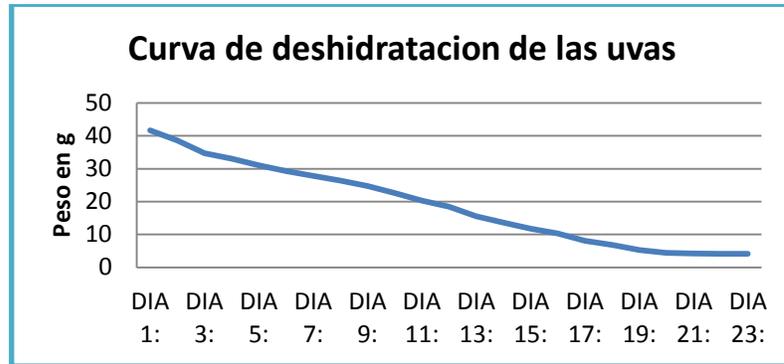
Grafico N° 10: Curva de la fresa deshidratada.



Fuente: Autor

En el grafico N° 10: Como se puede visualizar en la curva el tiempo de secado de las fresas donde se muestra el mejor resultado de la fresa por el tiempo de durabilidad, además el peso del primer día 195,7 g de rodajas de fresas antes del proceso de deshidratación con un peso de 62 g de hojuelas ya deshidratadas por 6 días.

Grafico N° 11: Curva de las uvas deshidratadas.



Fuente: Autora

En el grafico N° 11: Como se puede visualizar en la curva el proceso de deshidratación de las uvas sometidas a condiciones de secado por 23 días con un peso de 42g de uvas deshidratadas.

6.6.2. Análisis bromatológico de las frutas deshidratadas e impregnadas

En la impregnación de las hojuelas se obtuvo mejor resultado con las tres frutas donde impregnamos el extracto lipídico de las dos variedades de quinua calculando el porcentaje de aceite de quinua que es el 6% utilizado en cada variedad.

Ubicar a las frutas deshidratadas en un papel de aluminio e impregnar con una bomba al vacío rociando con 6g de extracto lipídico de quinua tunkahuan y quinua criolla blanca para 50g de frutas deshidratadas se utilizó el extracto lipídico de cada una de las variedades de quinua las cuales fueron impregnadas al vacío, luego se colocaron en una estufa máximo a 40°C para que el calor permita atravesar estos extractos lipídicos que fueron depositados en la superficie de las frutas hacia el interior de las mismas, luego se envaso al vacío en fundas de aluminio, también se realizó un análisis microbiológico del producto terminado y asimismo el análisis bromatológico el mismo que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla N° 26: Perfil nutricional de hojuelas de quinua Tunkahuan y Criolla Blanca

Parámetro	Fruta deshidratada	Fruta deshidratada
	Quinua Tunkahuan	Quinua Criolla Blanca
Humedad %	11,34	11,34
Ceniza %	3,22	3,22
E.E. %	1,2	1,2
Proteína %	4,67	4,67
Fibra %	5,52	5,52
E.L.N %	85,39	85,39
Ca ^Ω %	0,39	0,38
P ^Ω %	0,18	0,15
Mg ^Ω %	0,06	0,05
K ^Ω %	1,89	1,76
Na ^Ω %	0,01	0,01
Cu ^Ω ppm	2	2
Fe ^Ω ppm	47	38
Mn ^Ω ppm	11	14
Zn ^Ω ppm	10	9

Fuente: Autora Datos expresados en materia seca Ω

- Cenizas con 3,22% en frutas deshidratadas e impregnadas con extracto lipídico el porcentaje de minerales es bastante alto y bueno en comparación de 1,82% de frutas deshidratadas el porcentaje de minerales es bastante bajo.
- La presencia de calcio, potasio, magnesio, fosforo, sodio, hierro, manganeso y zinc cubre las necesidades de nuestro cuerpo a diario:
- Para una persona de 70kg de peso corporal el sodio requiere 20mg esta matriz alimentaria si cubre las necesidades del cuerpo a diario.
- La fibra es beneficioso para trastornos gastrointestinales
- El sodio de 0,01% es bastante bueno porque si fuera alto la sal que consumimos es malo porque nos eleva la presión arterial también es la causante de ciertas patologías. Amas de los beneficios, de los componentes nutricionales que tienen las frutas deshidratadas se ha impregnado los extractos lipídicos que tiene los granos andinos ricos en ácidos grasos poliinsaturados, fitoesteroles, tocoferoles ayuda a que esta matriz alimentaria sea más completa los mismos que van a

prevenir el desarrollo de enfermedades crónicas degenerativas como es diabetes, colesterol, triglicéridos.

6.6.3. Análisis microbiológico de las frutas deshidratadas

A través del proceso de deshidratación se consiguió disminuir el porcentaje de vida útil lo cual permitirá mayor tiempo de vida útil de estas frutas por lo que no habrá desarrollo microbiológico (aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras) en la siguiente tabla N° 25 se muestra el análisis microbiológico.

Tabla N° 27: Contaje total de aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras.

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS		
	E.LIP.Q.TUN	E.LIP.QCB
Aerobios Mesófilos	Ausente	Ausente
Coliformes totales	Ausente	Ausente
Hongos y levaduras	Ausente	Ausente

Fuente: Autora

Todas las hojuelas de frutas impregnadas fueron elaboradas a partir de dos diferentes extractos que si cumplen con las especificaciones microbiológicas. Presentando ausencia en coliformes totales y parámetros conformes en aerobios mesófilos y hongos. Este es un parámetro muy importante en el control de calidad, debido a que no debe existir ningún tipo de materia extraña o microorganismos patógenos que puedan afectar la estabilidad del producto y la seguridad del cliente.

Durante el proceso de deshidratación de las frutas se siguió unas Buenas Prácticas de Manufactura, como vemos en la tabla anterior existió ausencia de estos microorganismos patógenos.

Los aceites de los extractos lipídicos de quinua estudiados presentan un valioso aporte nutricional, como fuente de ácidos grasos esenciales: Linoleico $\omega 6$ y ácido linolenico $\omega 3$, necesarios para el desarrollo y funcionamiento normal de tejidos humanos y animales.

Las manzanas han sido utilizadas para combatir problemas del sistema gastrointestinal, es ideal para problemas de artritis, reumatismo, gota, diarrea, gastroenteritis y colitis, gran fuente de vitamina C, buena fuente de fibra, buena para el corazón y la circulación, efectiva contra el estreñimiento y la diarrea, limpia los dientes y fortalece las encías.

7. BIBLIOGRAFIA

CAZA ET AL. (2004). Comparación de Componentes Quinoa, Trigo, Maíz y Cebada. Tesis, Economista con Mención Gestión Empresarial Especialización Finanzas, Escuela Superior Politécnica del Litoral.

FAO la quinua cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria, mundial. (2011). Propiedades Nutricionales de la Quinoa.

KESSEL A. (2012). Mejora genética de la fresa (*Fragaria ananassa* Duch.), a través de métodos biotecnológicos. SCIELO.

KOZIOL M . (1992). Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Food Composition and Analysis*.

PERALTA E. (1985). "La Quinoa un gran alimento y su utilización". INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), Programa de Cultivos Andinos, pp.5-10.

AGENCIA ANDES. (25 de 06 de 2012). En Ecuador por lo menos cinco de cada diez personas adultas presenta sobrepeso.

ALDAZ, E. V. (Enero de 2009). propiedades y aplicacion de los alcaloides del chocho. Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/ALCALOIDES%20DEL%20CHOCHO.pdf>

ANGEL, M., JUAN , I., & JEAN, P. (2009). POSICIÓN TAXONOMICA. Cultivos Andinos FAO.

AYALA G, ORTEGA L, MORRON C. (1999). Valor Nutritivo y Usos de la Quinoa. Cultivos Andinos FAO.

BALDEÓN, M. (2015). Obtenido de Tendencias/cientificos-revelan-propiedades-medicas-chocho.html

BIOLLEY. (2007). E. Aplicación de ingredientes funcionales en alimentación infantil para adultos. Importancia de los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (AGPI-CL) en la alimentación. Chile. pg.113.

BIOQUIMICA 6°, CETIS. (s.f.). Estructura y nombre de Aminoácido. Obtenido de <http://bioquimicacetis110.blogspot.com/2009/02/31-estructura-y-nombre-de-aminoacidos-y.html>

BIOVERSITY INTERNATIONAL, LA FAO, PROINPA, INIAF Y FIDA. (2013). Descriptores para quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. . Bioversity International.

CABEZAS, J. (23 de Marzo de 2014). PREVALENCIA DE LOS FACTORES DE RIESGO PARA ENFERMEDADES CRÓNICAS NO TRANSMISIBLES. Obtenido de <http://dspace.internacional.edu.ec:8080/jspui/bitstream/123456789/528/1/902140.pdf>

CAGIGAS A, ANESTO J. (2002). Prebióticos y probióticos, una relación beneficiosa. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos.

CAMPO, A., PERÉZ , M., FERNANDEZ, V., GUEVARA, V., & VILLALTA, M. (7 de Octubre de 2015). "El colesterol como factor de riesgo". Obtenido de http://www.aniorte-nic.net/trabaj_colesterol.htm

CARLOS, F. (21 de MARZO de 2011). Obtenido de "EFECTO DE LA ADICIÓN DE HARINA DE CHOCHO(LUPINUS MUTABILIS SWEET) EN LA ELABORACION DE EMBUTIDOS: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/3268/PAL257.pdf?sequence=1>

CARRILLO, M. A. (2012). Obtenido de dspace. ESTUDIO%20DEL%20CHOCHO%20Y%20PROPUESTA%20GASTRONOMICA%20DE%20AUTOR.pdf

CASANOBA, G. (2009). Obesidad en Latinoamérica. Obtenido de Tesis Determinar la prevalencia y obesidad en los niños y niñas preescolares de los centros infantiles: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/718/2/06%20NUT%20097%20TESIS.pdf>

CASTAÑEDA, B. C. (2007). Efectos metabólicos de *Lepidium meyenii* Walpers, "MACA" y *Lupinus mutabilis* Sweet, "CHOCHO" en ratas. Revista Horizonte Médico, 34.

CASTILLO C. (2015). Alimentos y Salud. Obtenido de Omega 3, Omega 6 y Omega 9: http://www.alimentosysalud.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=8&Itemid=80

CASTRO I. (2002). Ácidos grasos omega 3. Asociación Interciencia.

CHAPTER. (2009). Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd) Composition, Chemistry, Nutritional, and Functional Properties. En L. E. James, CHAPTER.

CIENCIA D. (2010). Glucosa. Obtenido de <http://www.definicionabc.com/ciencia/glucosa.php>

CONTRERAS C. (2006). Manzanas y fresas deshidratadas. TESIS: INFLUENCIA DEL MÉTODO DE SECADO EN PARÁMETROS DE CALIDAD RELACIONADO CON LA ESTRUCTURA Y EL COLOR DE MANZANA Y FRESA DESHIDRATADAS .

CORREA, M. F. (2011). Obtenido de http://www.prochile.gob.cl/wp-content/blogs.dir/1/files_mf/documento_08_12_11174052.pdf

Deen D. (2004). Qué es el síndrome metabólico. Family Doctor.org.

DEFINICION DE PRINCIPIO ACTIVO. (2014). Principio Activo. Obtenido de <http://definicion.de/principio-activo/#ixzz2sx9I9P8t>

DIAZ V. (2007). SITUACION DE LA SALUD EN EL ECUADOR. OBSERVATORIO DE LA ECONOMIA EN LATINOAMERICA.

DOUGLAS, H. (junio de 2014). Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/102/1/iniapsc315.pdf>

DURAN R, VALENZUELA A. (2010). LA EXPERIENCIA JAPONESA CON LOS ALIMENTOS FOSHU ¿LOS VERDADEROS ALIMENTOS FUNCIONALES? SCIELO.

E. VILLACRÉS, G. PÁSTOR, MB. QUELAL, I. ZAMBRANO, SH. MORALES. (2013). Effect of processing on the content of fatty acids,. Global Advanced Research Journal of Food Science and Technology. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA Tesis para optar el grado de Magister Scientiae: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/123456789/8/AGR%2016-34-TM.pdf?sequence=1>

E. VILLACRÉS¹, M. N. (Noviembre 2010). Evaluación del Rendimiento, Características Físico-Químicas y Nutraceuticas del Aceite de Chocho (*Lupinus mutabilis* sweet). Revista Tecnológica ESPOL, 61.

EDILBERTO AVITIA-GARCÍA, J. P.-P.-G.-T.-T. (2014). Extracción nutrimental en fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.)*.

ENSANUT. (2012). ENCUESTA NACIONAL DE SALUD Y NUTRICION. Obtenido de <http://www.unicef.org/ecuador/esanut-2011-2013-2bis.pdf>

ERIKA, T. (12 de abril de 2013). PREVALENCIA DE LOS FACTORES DE RIESGO PARA ENFERMEDADES CRÓNICAS NO TRANSMISIBLES. Obtenido de PREVALENCIA DE LOS FACTORES DE RIESGO PARA ENFERMEDADES

CRÓNICAS NO TRANSMISIBLES. Obtenido de <http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCAQFjAB&url=http%3A%2F%2Fspace.internacional.edu.ec%3A8080%2Fjspui%2Fbit>

EUFIC . (2008). La importancia de los ácidos grasos omega-3 y omega-6. Obtenido de European Food Information Council: <http://www.eufic.org/article/es/artid/La-importancia-de-los-acidos-grasos-omega-3-y-omega-6/>

FAO. (1993). ANALISIS PROXIMALES. Obtenido de Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos.: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab489s/AB489S03.htm#ch3.1>

FAO. (2002). Probióticos en los alimentos, Propiedades saludables y nutricionales y directrices para la evaluación. ESTUDIO FAO ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN 85.

FAO. (2011). QUINUA (Cultivo milenario para contribuir la seguridad alimentaria). America Latina y el Caribe: http://www.fao.org/fileadmin/templates/aiq2013/res/es/cultivo_quinoa_es.pdf.

FAO. (2013). FAO Y Quinoa. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA.

FAO, OMS . (1997). Grasas y aceites en la nutrición humana. Roma: FAO 1997.

FERNANDEZ , C., FEBLES, C., BERNABEU, A., & GARCIA, B. (2002). Funciones de Vitamina E. Obtenido de http://bvs.sld.cu/revistas/est/vol39_1_02/RCest05102.pdf

FERNÁNDEZ, K. (Octubre de 2007). Obtenido de https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2013/470/45820/1/Documento48.pdf

FREIRE, C. (21 de MARZO de 2011). Obtenido de “EFECTO DE LA ADICIÓN DE HARINA DE CHOCHO(LUPINUS MUTABILIS SWEET) EN LA ELABORACION DE EMBUTIDOS:

<http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/3268/PAL257.pdf?sequence=1>

G. PÁSTOR, E. V. (2013). Effect of processing on the content of fatty acids, tocopherols and sterols in the oils of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), lupine (*Lupinus mutabilis* Sweet), amaranth (*Amaranthus caudatus* L.) and sangorache (*Amaranthus quitensis* L.). *Global Advanced Research Journal of Food Science and Technology*, 44-55.

GABRIELA OLAGNERO., A. A. (2007). Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos.

GALAVIZ G MARTINES E ET AL. (2012). Estrategia Tecnologica Sustentable para deshidratar Frutas ,Verduras y legumbres. Estrategia Tecnologica Sustentable para deshidratar Frutas ,Verduras y legumbres.

GARCIA P. (2007). Síndrome Metabólico. Real Academia de Ciencias.

GEORGE A. (1965). Legal status and toxicity of saponins.

GONZÁLEZ, P., & ESCUDERO, E. (2006). La fibra dietética. *NUTRICION HOSPITALARIA*.

GOTTAU, G. (2015). Obtenido de <http://www.directoalpaladar.com/ingredientes-y-alimentos/todo-sobre-las-frutas-deshidratadas-o-desecadas-y-su-ayuda-para-comer-mas-sano>

GRUPO EROSKI. (2004). Frutas sabrosas, saludables, imprescindibles. Obtenido de Las Uvas: <http://www.bolsamza.com.ar/english/mercados/uvass/uvass.pdf>

INEC. (2 de FEBRERO de 2013). INEC . Recuperado el 23 de ABRIL de 2015, de https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCAQFjAAahUKEwibgf_VmKDIAhXKHx4KHfjIAHE&url=http

%3A%2F%2Fwww.unicef.org%2Fecuador%2FENSANUT_2011-2013_tomo_1.pdf&usg=AFQjCNERgNOeMAgrWHKyH8GMrYxe1jEHg&bvm=bv.103627116

INEN. (2011). Registro de defunciones. Obtenido de http://www.inec.gob.ec/estadisticas_sociales/nac_def_2011/Presentacion_Defunciones.pdf

INIAP. (2014). Información Técnica. Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias.

INNATIA. (2015). INNATIA. Obtenido de <http://www.innatia.com/s/c-frutas-propiedades-frutos/a-propiedades-de-la-fresa.html>

JARAMILLO G. (Julio de 2012). Universidad Tecnica de Ambato Facultad de Ciencias de la Salud Licenciado en Laboratorio. Obtenido de Definición HDL Y Triglicéridos:

<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3189/1/Asimbaya%20Jaramillo,%20Galo%20Jazmany.pdf>

KOZIOL M J. (1990). Quinoa hacia el cultivo comercial. http://balcon.magap.gob.ec/mag01/magapaldia/Quinoa/pdf%20publicaciones/4.quinoa_cultivo_NESTLE.pdf.

LAURA GONZÁLEZ, A. T. (2007). LAS PROTEÍNAS EN LA NUTRICIÓN. Medigraphic.

MANUAL DE PROTOCOLOS Y PROCEDIMIENTOS. (Julio de 2011). Hospital Universitario Reina Sofía. Obtenido de <http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-disposition&blobheadername2=cadena&blobheadervalue1=filename%3DDeterminac>

i%C3%B3n+de+glucemia+capilar.pdf&blobheadervalue2=language%3Des%26site%3DHospi

MARIN E ET AL. (2006). Definicion de Deshidratacion. SCIELO.

MARÍN, P. V. (2008). MANUAL DE DESHIDRATACIÓN I. Obtenido de <http://manualdeshidratacion.blogspot.com/2008/09/frutas-y-hortalizas.html>

MEDINA S. (21 de septiembre de 2013). Estrés laboral afecta niveles de colesterol, aseveran. Obtenido de Perfil Lipidico: <http://www.noticiasggl.com/blog/2013/09/21/estres-laboral-afecta-niveles-de-colesterol-aseveran/>

MENSAJERO DE LA SALUD. (2010). Estrategia contra el sobrepeso y la obesidad. Mexico: http://www.promocion.salud.gob.mx/dgps/descargas1/programas/Mensajero_salud_Estrategia_obesidad_25ene10.pdf.

MESTROVIC, T. (2014). ¿Cuál es Ácido Linoleico? News Medical.

MIJUCA A, IZQUIERDO J, & MARATHEE J. (2010). Quinoa ancestral cultivo de los andes.

MORENO A. (s.f.). los fitoesteroles como agentes antihiperlipidémicos. Obtenido de <http://www.medigraphic.com/pdfs/waxapa/wax-2010/wax103d.pdf>

MOTHER GRAIN. (2005). "Los beneficios de la Quinoa". Obtenido de www.mothergrain.com

MSP. (agosto de 2014). Obtenido de <http://www.salud.gob.ec/2014/08/>

MUJICA A, IZQUIERDO J, PIERRE J. (2010). Tesis: Analisis de la Cadena Agroproductiva de la Quinoa. Obtenido de Escuela Politecnica Nacional: books.google.com.ec/books?id=vJEzAQAAMAAJ

MUJICA, IZQUIERDO Y MARATHEE. (2009). POSICIÓN TAXONOMICA. Cultivos Andinos FAO.

NAVARETE, M. (2010). Obtenido de Extracion, refinacion y caracterizacion fisico quimico del aceite del chocho: dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/731/1/56T00249.pdf

NORTH CAROLINA DEPARTMENT OF AGRICULTURE . (2012). North Carolina Department of Agriculture . Obtenido de Food and Drug Protection Division: <http://www.ncagr.gov/fooddrug/espanol/documents/Manzanas.pdf>

NUTRICION Y EDUCACIÓN ALIMENTARIA. (2013). Alimentos Argentinos. Obtenido de http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/valorAr/Educa/Fic/Ficha_23_Fitosteroles.pdf

NUTRI-FACTS. (21 DE MAYO DE 2012). Ácidos grasos esenciales. Obtenido de Todo sobre las vitaminas y más: http://www.nutrifacts.org/fileadmin/redacteur/pdf/PDF_At_a_Glance/ES/acidos_grasos_esenciales.pdf

OCHOA R. (2012). FRUTAS DESHIDRATADAS. Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud.

OLAGNERO G. (2007). Prebióticos. Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos.

PABÓN, C. d. (2012). Capacidad antioxidante de dos variedades de *Fragaria x ananassa* (Weston) Duchesne (fresa) sometidas a variaciones en la nutrición vegetal. Revista Cubana de Plantas Medicinales.

PACHECO, L. A. (2009). “DETERMINACION DE NUTRIENTES EN MANZANAS DE LAS VARIETADES FUJI ROYAL, GRANNY SMITH Y FUJI EN FRUTOS FRUTOS.

PALOMO I ET AL. (2010). EL CONSUMO DE MANZANAS CONTRIBUYE A PREVENIR EL DESARROLLO DE ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES Y CÁNCER: ANTECEDENTES EPIDEMIOLÓGICOS Y MECANISMOS DE ACCIÓN. SCIELO.

PAULA. (2015). Las frutas frescas y sus beneficios. Obtenido de Beneficios de las frutas frescas: <http://lasfrutasdepaula.com/frutas-frescas/>

PERALTA et al. (2011). Valor Nutricional y funcional. Potencial Agroindustrial de la Quinoa, 7.

PERALTA, A., RIVERA, M., CAICEDO, C., & PINZÓN, J. (2010). MANUAL AGRICOLA DE FRÉJOL Y OTRAS LEGUMINOSAS. http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Manual_agricola%20_leguminosas.pdf.

PÉREZ, C. (2008). NATURSAN Por que es bueno comer fruta cada día. Obtenido de <http://www.natursan.net/por-que-es-bueno-comer-fruta-cada-dia/>

POTER, D. (13 de MARZO de 2014). OMS. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2003/pr20/es/>

REGLERO, G. (2010). ALIMENTACIÓN Y SALUD. Obtenido de LOS ALIMENTOS FUNCIONALES: UN TESORO CUESTIONADO: http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan%BA37/Guillermo_Reglero_Rada.pdf

REYES A. (2013). Obesidad en Latinoamérica, factores detrás del incremento - See more at: <http://blog.euromonitor.com/2013/06/obesidad-en-latinoam%C3%A9rica-factores-detr%C3%A1s-del-incremento.html#sthash.U26nH1Wa.dpuf>.

EUROMONITOR INTERNATIONAL.

RODRIGUEZ J. (2014). Beneficios y Propiedades de la fresa. SaborPlace.

RUBIO R. (2013). Tipos de frutas deshidratadas. INNOVACION Y CUALIFICACION , S.L. Obtenido de Tipos de frutas deshidratadas: <https://books.google.com.ec/books?id=wpEpsjtwz5IC&pg=PT223&lpg=PT223&dq=Los+sistemas+de+deshidrataci%C3%B3n+por+roc%C3%ADo+requieren+la+instalaci%C3%B3n+de+un+ventilador+de+potencia+apropiada,+as%C3%AD+como+un+sistema+de+calentamiento+de+aire,+un+atomizad>

SAGAN.C. (noviembre de 2011). Animales de Experimentación. La Ciencia. Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Discusi%C3%B3n:Experimentaci%C3%B3n_con_animales

SALUD. (2010). Estrategia contra el sobrepeso y la obesidad. Mexico: <http://www.promocion.salud.gob.mx/>.

SANCHEZ L, NEIRA A. (2005). Bioensayo General de Letalidad en Artemia Salina, A las Fracciones del Extracto Etanolico de Psidium guajava. Ly Psidium guineense. Sw. Cultura Cientifica.

SONJA, V. (2009). Alimentos Nutracéuticos y antioxidantes. <http://www.achinumet.cl/vii-curso.temuco/Nutraceuticos-Wyhmeister.pdf>.

STEPHEN L. (2010). Nutraceutico. Obtenido de [http://www.news-medical.net/health/Nutraceutical-What-are-Nutraceuticals-\(Spanish\).aspx](http://www.news-medical.net/health/Nutraceutical-What-are-Nutraceuticals-(Spanish).aspx)

TANGO I. (mayo de 2013). Accidente cerebrovascular. Obtenido de <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000726.htm>

TAPIA Y KOSIOT. (2012). “Elaboración de una bebida instantánea nutricional a base de semillas de quinua (Chenopodium quínoa) y amaranto (cruentus) para niños de edad escolar”, auspiciado por el Centro de InvestigacionesCENI- UTA. Obtenido de UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE CIENCIA E

INGENIERIA EN ALIMENTOS CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS:
<http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2030/1/AL474.pdf>

TAPIA, G., VALENZUELA, R., GÓNZALES, M., & VALENZUELA, A. (2011).
ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3 (EPA Y DHA) Y SU APLICACIÓN EN DIVERSAS
SITUACIONES CLÍNICAS. Scielo.

TENORIO, G. (2006). Los flavonoides y el sistema cardiovascular: ¿Pueden ser una
alternativa terapéutica? Ccardiología de México.

UNED. (2015). Alimentación: Interacción de los tipos de grasas. Obtenido de Guía
de Alimentación y Salud : http://www.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica-I/guia/enfermedades/cardiovasculares/alim_gras_interaccion.htm

VALDEZ A. (2013). monografias.com. Obtenido de monografias.com:
<http://www.monografias.com/trabajos16/lipidos/lipidos.shtml#ixzz2cMFw1Pkh>

VALENSUELA A, NIETO S. (2003). Ácidos grasos omega-6 y omega-3 en la
nutrición perinatal:. SCIELO.

VALENZUELA R, TAPIA R, GONZÁLEZ M. (2011). ÁCIDOS GRASOS
OMEGA-3 (EPA Y DHA) Y SU APLICACIÓN EN DIVERSAS SITUACIONES
CLÍNICAS. Scielo.

VALENZUELA, A. (2004). FITOESTEROLES Y FITOESTANOLES: ALIADOS
NATURALES PARA LA PROTECCION DE LA SALUD CARDIOVASCULAR.
Revista chilena de nutrición.

VALLADARES, A. D. (2010). Sechium edule (jacq.) Swartz y los fitoesteroles como
agentes antihiperlipidémicos y antihipertensivos. Medigraphic .

VELASCO V. (Octubre de 2007). Proyecto para la elaboración de una bebida
nutritiva a partir del malteado de quinua. Obtenido de Tesis previa a la obtencion del
Titulo de Ingeniera en Industrializacion de Alimentos Universidad Tecnologica
Equinoccial: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5144/1/33029_1.pdf

VILLACRES E. (08 de DICIEMBRE de 2009). www.elmercurio.com.ec/224248-iniap-genera-tecnologia-para-realizar-e. Obtenido de www.elmercurio.com.ec/224248-iniap-genera-tecnologia-para-realizar-e

VILLACRES E. (2013). Perfil de acidos grasos en la quinua. Valor Nutricional, Funcional y Potencial Agroindustrial de la Quinua en el Ecuador. Obtenido de <http://www.pichincha.gob.ec/phocadownload/quinua/quinuavalornutricionaldepartamentonutricioniniap.pdf>

VILLACRÉS, E., PERALTA, E., EGAS, L., & MAZÓN, N. (2011). POTENCIAL AGROINDUSTRIAL DE LA QUINUA Departamento de Nutricion y Calidad de los alimentos Estación Experimental Santa Catalina INIAP. Quito: Boletin Técnico N° 146.

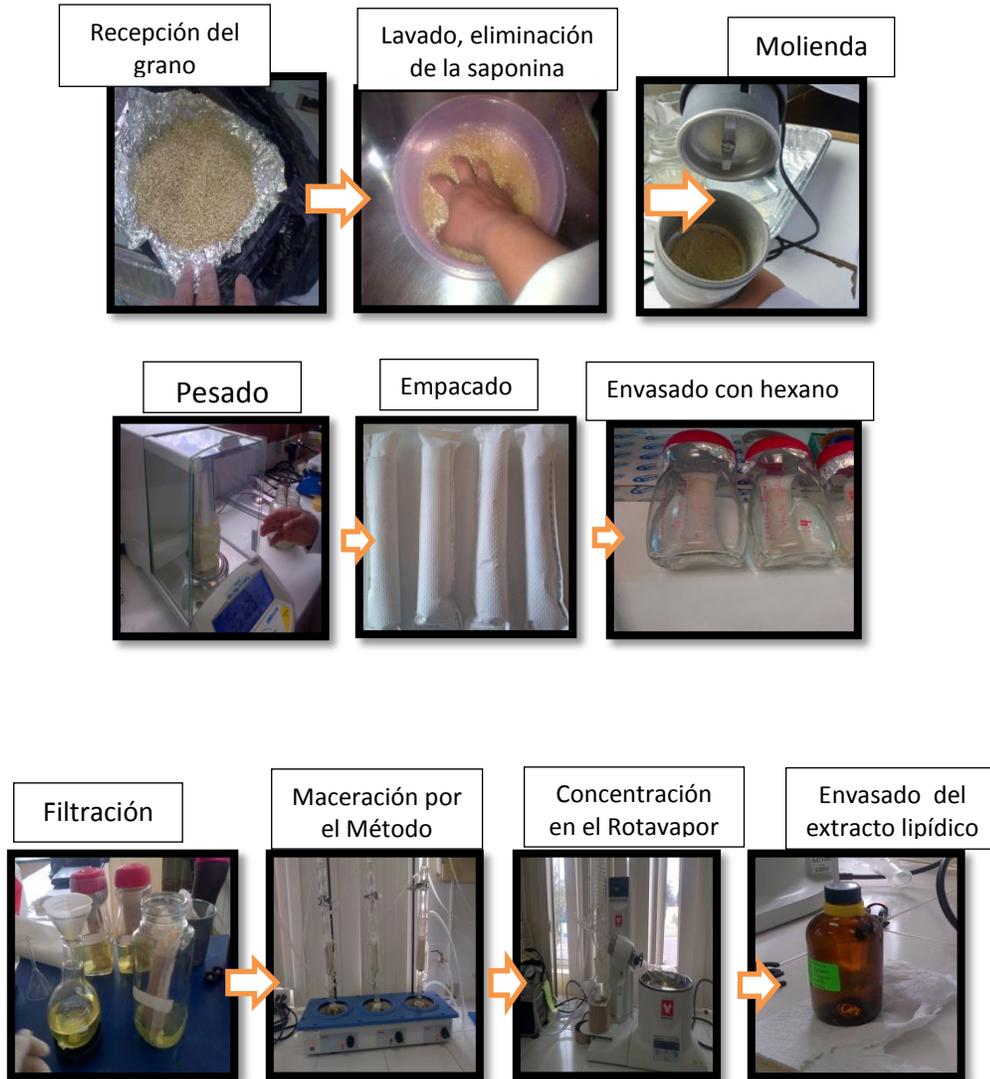
VILLACRÉS, E., RUBIO, A., EGAS, L., & SEGOVIA , G. (2006). USOS ALTERNATIVOS DEL CHOCHO. <http://www.fondoindigena.org/wp-content/uploads/2011/08/USOS-ALTERNATIVOS-DEL-CHOCHO.pdf>.

VIOQUE, J., & MILLÁN, F. (2005). Los péptidos bioactivos en alimentación: nuevos agentes promotores de salud.

ZEITUNG M. (noviembre de 2015). Los aminoacidos y sus funciones. Obtenido de <http://www.aminoacido.eu/aplicaciones/>

8. APENDICES Y ANEXOS

ANEXO 1. EXTRACCIÓN DEL EXTRACTO LIPIDICO

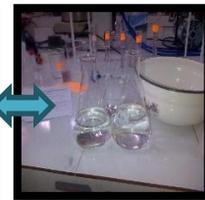


ANEXO 2. BIOENSAYOS DE TOXICIDAD DE LOS EXTRACTOS LIPÍDICOS DE LAS DOS VARIEDADES DE QUINUA CRIOLLA BLANCA Y TUNKAHUAN EN CL50 EN ARTEMIA SALINA.

DIA 1.

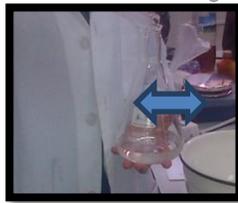
Pesar y preparar agua de mar 26.6g

350 ml de agua destilada



Colocar la bomba de pecera y una lámpara de luz.

Pesar 50mg de huevos de Artemia Salina y colocar en el Erlenmeyer por 48 horas de incubación.

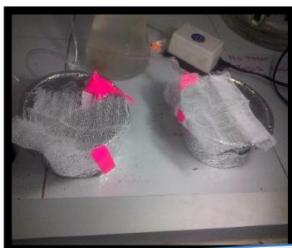


DIA 2.

Pesar la levadura y alimentar a las Artemia Salinas



DIA 3: Transferir la mayor cantidad de nauplios vivos a un recipiente sellado con agua de mar fresca, colocar en un lugar cerrado y una parte de luz.



Pesamos los tubos con 0,20mg de extracto



DIA 4.

Preparar tubos de 0.5mL de solución y 1.5mL de H2O destilada=2mL



Preparar disoluciones de:

Colocar 10 nauplios vivos en cada tubo

1000ppm 100ppm 10ppm



Dejar 12 horas para el siguiente día

Contar y anotar los nauplios vivos.



ANEXO 3: .ELABORACIÓN DE FRUTAS DESHIDRATADAS FRESAS.

Selección, clasificación y pesado de las fresas.



Cortado y pesado de las fresas.



Colocar las muestras pesadas en bandejas y luego al desecador solar, pesar todos los días durante 5 días.



Pesar cada día las fresas



Luego del desecado colocar en fundas con cierre hermético y pesar.



Selección y clasificación de las uvas.



Lavado y pesado de las uvas.



Colocar las muestras pesadas en bandejas y luego al desecador solar, pesar todos los días durante 15 días.

Pesar cada día las uvas



Luego del desecado colocar en fundas con cierre hermético y pesar.

Luego del desecado colocar en fundas con cierre hermético y pesar.



Selección de las manzanas.



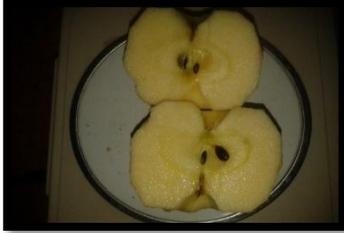
Pelado y pesado de las manzanas.



Pesar 30g de ácido cítrico en un litro de agua.



Añadir las manzanas cortadas en el ácido cítrico por cinco minutos.



ANEXO 4 IMPREGNACIÓN DE LAS FRUTAS DESHIDRATADAS



ANEXO 5: DIAGRAMA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DOSIS LETAL EN RATONES (MUS MUSCULUS)

Separar los ratones



Pesar los ratones



Calcular los ml Administrar

REGISTRO DE PESOS DE RATONES USADOS EN LOS ENSAYOS DE TOXICIDAD AGUDA ORAL										
CODIGO DEL RATON	TIPO DE EXTRACTO	DOSES mg/kg	PESO (g) DIA 0	PESO (g) DIA 1	PESO (g) DIA 2	PESO (g) DIA 3	PESO (g) DIA 4	MP	PROMEDIO O PESO	
1	DELL. QUINUA RUNWAKHA	64	25.8	26.7	17.4	19.5	20.1		20.6	20.4
2	DELL. QUINUA RUNWAKHA	64	23.7	23.6	24.3	26.1	26.8		24.7	24.7
3	DELL. QUINUA RUNWAKHA	64	23.7	22.7	24.7	26	26.3		24.5	24.7
4	DELL. QUINUA RUNWAKHA	32	23.3	24.7	26.2	27	27.9		25.6	25.6
5	DELL. QUINUA RUNWAKHA	32	23.3	23.3	24.3	26.3	27.8		25.6	25.1
6	DELL. QUINUA RUNWAKHA	32	23	25.5	23.3	24.3	25.2		23.9	23
7	DELL. QUINUA RUNWAKHA	16	22.4	26.6	27.6	28.4	29.6		26.2	27.1
8	DELL. QUINUA RUNWAKHA	16	22	23.1	25.1	26.7	26.7		24.4	24.7
9	DELL. QUINUA RUNWAKHA	16	21.8	23.6	23.8	24.4	25.6		23.7	23.6
10	DELL. QUINUA RUNWAKHA	8	23.2	25.3	24.7	24.9	25.3		25.4	23.7
11	DELL. QUINUA RUNWAKHA	8	21	24.1	23.8	24.6	25.2		24.1	23.6
12	DELL. QUINUA RUNWAKHA	8	20.3	23.1	24.5	26.3	26.4		23.4	24.2
13	DELL. QUINUA RUNWAKHA	10	24.3	26.7	28.2	28.1	28.4		26.5	27.5

Administrar



Lubricar la cánula con vaselina

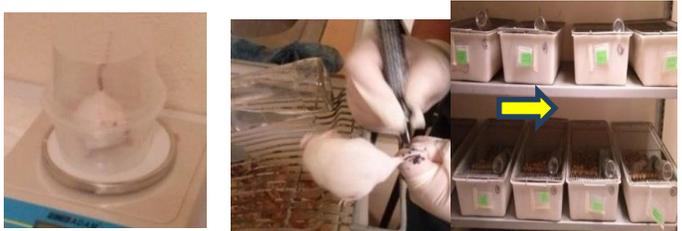


Preparar la solución



ANEXO N° 6: DETERMINACIÓN DE LA DOSIS LETAL 50(DL50) DE EXTRACTO LIPÍDICO DE QUINUA TUNKAHUAN Y QUINUA CRIOLLA BLANCA.

PESAR 13 RATOS (20 - 40Gg)
CODIFICAR



CLASIFICAR SEGÚN DOSIS
64 mg/kg = 3 ratones
32mg/kg = 3 ratones
16 mg/kg = 3 ratones
8 mg/kg = 3 ratones
Blanco = 1 ratón

Equilibrio



Reflejo corneal

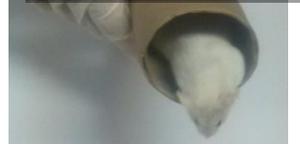


Actividad motora



A la 1 hora de la administración dar alimento y evaluar por 7 días, según las pautas de observación.

Test de chimenea



↓
ETAPA DE ALIMENTACIÓN 6 días (alimento y agua) 24h antes de la administración dejar en ayunas.
↓

ANEXO N° 7 COSTO DE PRODUCCIÓN

RESUMEN DE COSTOS		
Costo unitario	Precio	Observaciones
Materia prima	0,38	50 g de producto
Mano de obra	0,76	Por 30 minutos que dura el proceso
Gastos indirectos de fabricación	0,64	Insumos y servicios
TOTAL	1,78	

COSTOS DIRECTOS		
Materia prima	Cantidad	Precio total
Quinoa	6 ml	0,02
Manzanas	16,6 g	0,12
Uvas	16,6 g	0,12
Fresas	16,6 g	0,12
Subtotal		0,38
Personal	Cantidad	Sueldo / día
Mano de obra	1	12,16
Subtotal		
COSTOS INDIRECTOS		
Costo insumos	Cantidad	Precio total
Ácido cítrico	10 g	0,08
Hexano	¼ litro	0,40
Envases de papel	0,12	0,12
Subtotal		0,60
Maquinaria	Tiempo uso	KW
Rotavapor	0.15	0.02
Soxhlet	0,10	0.02
Estufa	0.10	0.02
Bomba de vacío	0.05	0.02
Subtotal		0,04