



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EFECTOS DEL EXTRACTO LIPÍDICO DEL SANGORACHE
(*Amaranthus hybridus L.*) SOBRE EL PERFIL LIPÍDICO Y GLUCÉMICO
EN RATONES DE EXPERIMENTACIÓN PROPUESTO COMO
ALIMENTO FUNCIONAL EN FORMA DE CHIPS DE FRUTAS
DESHIDRATADAS.**

Autor: Henry Renato Saigua Bautista

Director: Mg. Luis Arboleda

Riobamba – Ecuador

2015

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: **EFFECTOS DEL EXTRACTO LIPÍDICO DEL SANGORACHE (*Amaranthus hybridus L.*) SOBRE EL PERFIL LIPÍDICO Y GLUCÉMICO DE RATONES DE EXPERIMENTACIÓN PROPUESTO COMO ALIMENTO FUNCIONAL EN FORMA DE CHIPS DE FRUTAS DESHIDRATADAS**, presentado por: Henry Renato Saigua Bautista y dirigida por: Mg. Luis Arboleda

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Dr. Mario Salazar
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Firma

PhD. Davinia Sanchez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Firma

Ing. Luis Arboleda
TUTOR



Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Henry Renato Saigua Bautista y Mg. Luis Arboleda; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



HENRY RENATO SAIGUA BAUTISTA

C.I. 060452627-7

AUTOR

AGRADECIMIENTO

Expreso mis más sinceros agradecimientos a:

Dios por su infinita bondad por estar conmigo en los momentos que más necesito por darme la salud, fortaleza, responsabilidad y sabiduría por haberme permitido culminar un peldaño más en mi vida. A la Universidad Nacional de Chimborazo, por abrirme sus puertas y darme la confianza para luchar por mis sueños y transmitir sabiduría para mi formación profesional en tan prestigiosa institución.

A mis profesores que siempre estuvieron para brindarme su ayuda y guiarme cuando lo necesite. A la Dra. Lourdes Cuadrado por compartir los conocimientos y apoyo al momento de realizar el presente proyecto. A mis padres por demostrarme que por más oscuro que este el camino siempre hay una salida, a hacer un gran guerrero y luchar para conseguir el triunfo.

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mis hijos Nadia y Henry por ser el motor y motivo para continuar cumpliendo mis sueños y en metas, en bien de su futuro que son mi mayor anhelo.

INDICE

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE DE CUADROS	VI
ÍNDICE DE GRÁFICOS E ILUSTRACIONES	VIII
RESUMEN.....	VIII
SUMMARY	X
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	4
1.- MARCO TEÓRICO	4
1.1.- ANTECEDENTES DEL TEMA	4
1.2.- SANGORACHE	5
1.2.1.- ORIGEN DEL SANGORACHE:	5
1.3.- ALIMENTOS FUNCIONALES.....	18
1.4. ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN.....	24
1.5. SÍNDROME METABÓLICO.....	26
1.6.- DESHIDRATACIÓN:	29
CAPITULO II	33
2.1. TIPO DE ESTUDIO.....	33
2.2. POBLACIÓN	33
2.3. MUESTRA:.....	33
2.4. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	34
2.5. PROCEDIMIENTOS	36
2.6. PROCESAMIENTO	41
CAPITULO III.....	47
3. RESULTADOS:.....	47
3.1. EVALUACIÓN DEL EXTRACTO LIPÍDICO:	47
3.2. BIOENSAYO DE TOXICIDAD DEL EXTRACTO LIPÍDICO DE SANGORACHE EN ARTEMIA SALINA:	48
3.3. EVALUACIÓN DE LA DOSIS LETAL (DL 50).....	49
CAPITULO IV.....	64

4. DISCUSION	64
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65
CAPITULO VI.....	67
PROPUESTA.....	67
6.1. TITULO DE LA PROPUESTA.....	67
6.2. INTRODUCCIÓN.....	67
6.3. OBJETIVOS.....	68
6.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO –TÉCNICA.....	68
6.5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	77
6.6. MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	86
BIBLIOGRAFÍA	90
7. ANEXOS	96

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1: Identificación taxonómica del Sangorache	6
Tabla 2: Composición nutricional del Sangorache	9
Tabla 3: Contenido de Aminoácidos (g en 100 gramos de muestra)	10
Tabla 4: Macro y micro nutrientes del Sangorache	12
Tabla 5: Lista de ácidos grasos monoinsaturados	14
Tabla 6: Ácidos grasos poliinsaturados.....	15
Tabla 7: Análisis del extracto lipídico de Sangorache	47
Tabla 8: Resultado del Bioensayo en <i>Artemia salina</i>	48
Tabla 9: Clasificación toxicidad según CYTED	48
Tabla 10: Cálculo de los ml de aceite de Sangorache administrados.	49
Tabla 11: Resultado de la determinación de la DL 50	49
Tabla 12: Peso de los animales en experimentación.....	50
Tabla 13: Comparación de los órganos.....	51
Tabla 14: Clasificación de ratones	51
Tabla 15: ml de progesterona administrados	52
Tabla 16: Niveles iniciales e intermedios del perfil lipídico y glucémico de los ratones en experimentación.....	54
Tabla 17: ml de aceite de Sangorache administrados	56
Tabla 18: Niveles intermedios y finales del perfil lipídico y glucémico de los animales en experimentación	58
Tabla 19: Composición nutricional de la manzana	69
Tabla 20: Composición nutricional de la manzana deshidratada.....	70
Tabla 21: Composición nutricional de la fresa	72
Tabla 22: Composición nutricional de la fresa deshidratada.	74
Tabla 23: Composición nutricional de la uva	75
Tabla 24: Composición nutricional de la uva deshidratada	76
Tabla 25: Resultado de los análisis microbiológicos	88
Tabla 26: Análisis proximal del Alimento funcional.....	89

ÍNDICE DE GRÁFICOS E ILUSTRACIONES

ilustración 1: planta y grano de sangorache	5
ilustración 2: estructura química de omega 9.....	15
ilustración 3: estructura química de omega 3.....	16
ilustración 4: estructura química de omega 6.....	17

RESUMEN

Mediante la presente investigación se llevó a cabo la evaluación del efecto del extracto lipídico de Sangorache sobre el perfil lipídico y glucémico de animales en experimentación.

El extracto lipídico fue obtenido mediante la aplicación del método de Soxhlet. El análisis del perfil lipídico determinó la presencia de ácidos grasos poliinsaturados y tocoferoles en el aceite de Sangorache.

Se llevó a cabo la determinación de la toxicidad en *Artemia salina* y ratones, mediante la aplicación de diferentes dosis prueba y la observación del comportamiento de los animales.

Para la experimentación fueron utilizadas solamente hembras, a las cuales se les indujo a la patología mediante la administración de una dieta hipercalórica y progesterona en tres dosis inicial, intermedia y final. Una vez terminado este proceso fueron empleados tres tratamientos: aceite de oliva, aceite de Sangorache y atorvastatina.

La administración del aceite de Sangorache así como de los demás tratamientos se llevó a cabo vía oral mediante la utilización de una cánula.

Gracias a la realización de análisis de sangre fueron establecidas las condiciones basales, intermedias y finales de glucosa, colesterol, triglicéridos, HDL y LDL de los animales en experimentación. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis estadístico de ANOVA y un post test de Tukey, evidenciándose así que los niveles de perfil lipídico y glucémico de los animales que recibieron el tratamiento a base de Sangorache disminuyeron satisfactoriamente.

Por lo que se recomienda la utilización de este aceite en la elaboración de productos funcionales direccionados a mejorar la calidad de vida de las personas y evitar la aparición de enfermedades del síndrome metabólico.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CENTRO DE IDIOMAS



Lic. Hugo Romero

22 de Diciembre de 2015

SUMMARY

Through this research was conducted the evaluation of effect of Sangorache lipid extract about lipid and glycemic profile of animals in testing.

The lipid extract was obtained by applying the soxhlet method. The lipid profile analysis determined the presence of polyunsaturated and tocopherol fatty acids in Sangorache oil.

It was performed to determine toxicity in mice and *Artemia salina*, by applying different test doses and observing the behavior of animals.

For experimentation only females were used, which were induced pathology by administering progesterone and fattening diet in three doses: initial, intermediate and final. Once this process finished, three treatments were employed: olive oil, Sangorache oil and atorvastatin.

The administration of Sangorache oil and other treatments were conducted orally by using a cannula.

Thanks to the analysis of blood were established the baseline, intermediate and final conditions of glucose, cholesterol, triglycerides, HDL and LDL of animals in testing. The data obtained were subjected to ANOVA statistical analysis and a Tukey post test, proving that the levels of lipid and glucose profile of the animals that received treatment based on Sangorache decreased satisfactorily.

It is recommended the use of this oil in the preparation of functional products directed at improving the quality of people's life and to prevent the occurrence of diseases of the metabolic syndrome.



INTRODUCCIÓN

Las golosinas, comidas instantáneas y procesadas, la menor lactancia materna así como la poca diversidad en las dietas, simbolizan los cambios de comportamiento alimentario y nutricional que sufren las sociedades del globalizado siglo XXI. Estos cambios desembocan en el aumento excesivo de peso, en algunos de los casos obesidad (Restrepo, 2013) y enfermedades tales como diabetes, hipertensión arterial, problemas circulatorios, infartos del corazón, cáncer, aterosclerosis, anemia nutricional, hiperlipidemias y accidentes cerebro vasculares. (Cordero, 2012)

Según estadísticas de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el año 2013, más de 42 millones de niños menores de cinco años de edad padecían sobrepeso. Mientras que en el 2014 alrededor del 13% de la población adulta mundial presentaba obesidad y el 39% sobrepeso. La prevalencia mundial de la obesidad se ha multiplicado por más de dos entre 1980 y 2014. (Organización Mundial de la Salud, 2015).

De acuerdo con informes del Ministerio de Salud y la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT-ECU 2011-2013), en Ecuador se registra un 8,6% de niños menores de cinco años con exceso de peso, mientras que en las edades entre 5 y 11 años, este índice se triplica, llegando al 29,9%; en el caso de los adolescentes, alcanza el 26% (UNICEF, 2014) y dos de cada tres ecuatorianos entre los 19 y 59 años padecen sobrepeso. (ANDES, 2015).

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 (El Telegrafo , 2015).

Gracias a recientes investigaciones científicas y tecnológicas surge la posibilidad de elaborar nuevos alimentos denominados funcionales que poseen efectos beneficiosos para la salud; ya que actúan sobre una o más funciones del organismo más allá de sus propiedades nutricionales habituales, de tal modo que

mejoran el estado general de salud o reducen el riesgo de alguna enfermedad, o ambas. (Comité de Alimentos Funcionales ILSI Argentina, 2006).

Para llevar a cabo el proceso de elaboración de dichos alimentos, se consideran como materia prima indispensable los productos procedentes del agro, tales como los granos andinos; entre los cuales se encuentra el sangorache; que es una especie reconocida por su alto valor nutricional debido a la calidad de sus proteínas y a la combinación adecuada de aminoácidos esenciales, vitaminas, minerales, ácidos grasos (omega 3, omega 6) que contiene. (Peralta, y otros, 2012).

Lastimosamente en la actualidad el sangorache sigue siendo un cultivo subutilizado y su potencial no ha sido explotado, siendo así que no existe ningún tipo de producto alimenticio que utilice los ácidos grasos contenidos en su grano como componentes funcionales que ayuden a la prevención o tratamiento de enfermedades del síndrome metabólico. Es indispensable llevar a cabo un estudio que preliminar en especies menores que permita valorar los efectos de un alimento funcional elaborado a partir del extracto lipídico de sangorache (*Amaranthushybridus L.*) y chips de frutas deshidratadas sobre el perfil lipídico y glucemia de animales de experimentación sanos y con obesidad inducida.

Para llevar a cabo la investigación se ha dividido el presente trabajo de la siguiente manera:

CAPÍTULO I. Este capítulo contiene información acerca de la taxonomía, descripción botánica y cultivo del sangorache. Así como de su valor nutricional y los beneficios que sus componentes podrían aportar a la salud humana. Hace referencia a los alimentos funcionales y la importancia de su consumo, a la deshidratación y los métodos empleados para obtener fruta deshidratada, al trabajo con animales y finalmente a las enfermedades del síndrome metabólico.

CAPÍTULO II. En este capítulo se describe las metodologías y materiales utilizados para llevar a cabo los procesos de extracción del aceite de sangorache, toxicidad aguda en artemia salina, determinación de la dosis letal y la dosis específica del extracto lipídico, engorde de los animales, administración del aceite, deshidratación e impregnación.

CAPITULO III. Este capítulo detalla los resultados obtenidos una vez se han llevado a cabo los distintos procesos establecidos. También el análisis estadístico realizado que permite determinar la validez del producto terminado.

CAPITULO IV. Este capítulo contiene el análisis, interpretación y discusión de los resultados obtenidos.

CAPITULO V. En el capítulo se exponen las conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado una vez se ha finalizado el trabajo investigativo.

CAPITULO VI. En este capítulo se describe el proceso de elaboración chips de frutas deshidratadas impregnadas con aceite de Sangorache.

CAPITULO VII. En el capítulo se detallan las fuentes de información empleadas para la elaboración del presente trabajo.

CAPITULO VIII. Finalmente este capítulo contiene fotografías de los procesos que se llevaron a cabo durante el trabajo de investigación.

CAPITULO I

1.- MARCO TEÓRICO

1.1.- ANTECEDENTES DEL TEMA

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, (INIAP), a través del Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos ha venido realizando investigaciones sobre el cultivo de amaranto negro o sangorache desde 1982 (Peralta, Villacres, Mazón, & Rivera, 2011), llevando a cabo trabajos de mejoramiento genético, investigaciones relacionadas con el uso de esta especie en la elaboración de colorantes, desarrollando tecnologías para el uso en alimentos, bebidas, repostería y la elaboración de tisanas medicinales (Peralta, Villacrés, Mazón, Rivera, & Subía, 2008).

Se han determinado costos de producción y se ha investigado sobre los contenidos de proteínas (14,3%) y el perfil de aminoácidos (lisina 0,61% y aminoácidos azufrados), a los que se suma los contenidos de grasa (8%), fibra (25%), minerales (calcio 0,3% y hierro 0,0063%) y vitaminas.(Peralta, y otros, 2012).

Durante el año 2013 el INIAP, llevó a cabo una investigación acerca del Efecto del Procesamiento en el Perfil de Ácidos Grasos de Varios Granos Andinos, obteniendo como resultado que los aceites de los granos estudiados presentan un valioso aporte nutricional; se determinó que el amaranto y sangorache poseen un contenido de ácido linoleico (44-46%) similar al aceite de oliva. Bajo contenido de ácidos grasos saturados, esteárico (3,88%), mirístico (0,25%) y mayor contenido de ácido palmítico (18,38%) que la quinua (10,28%) y el choco (10,33%). Ácidos grasos insaturados 72,89%, nivel próximo al aceite de soya (81%), y ácidos grasos linoleico y linolénico (45,16%). En cuanto al contenido de tocoferoles se pudo determinar que el sangorache presenta alfa tocoferol (0,00535%), beta tocoferol (0,056955%) y delta tocoferol (0,0218%). (Villacrés, Pástor, Zambrano, & Morales, 2013).

También a nivel mundial se han realizado trabajos acerca de los beneficios del sangorache sobre el organismo humano, se investigó la influencia de una dieta suplementada con aceite de sangorache en la dinámica del estado antioxidante e inmune en 125 pacientes con cardiopatía isquémica y la hiper-lipoproteinemia. La

eficacia de las dietas con diferentes contenidos de escualeno (100, 200, 400, 600 mg por día), ha demostrado que la inclusión en la dieta antiaterosclerótica con 600 mg de escualeno ha promovido los cambios más positivos del estado inmune, el consumo de 200-400 mg de escualeno por día produce el efecto antioxidante más importante.(Gómez, Medina, Salinas, Villacres, Barría, & Marín, 2014).

1.2.- SANGORACHE

1.2.1.- Origen del Sangorache:

Ilustración 1: Planta y grano de Sangorache



Fuente: INIAP, 2008. Planta y grano de sangorache

El sangorache, es un grano de color negro que forma parte de los llamados “granos andinos” de la especie *Amaranthus quitensis / hybridus L.*(Peralta, Villacres, Mazón, & Rivera, 2011).

El cultivo de amaranto (en Ecuador conocido como ataco, sangorache o quinua de castilla); data de más de 4.000 años en el continente Americano (Nieto, 1989). Restos arqueológicos, revelan que tanto semillas como hojas fueron utilizadas en la alimentación por los habitantes prehispánicos, mientras que en regiones tropicales y subtropicales era una planta de recolección(Peralta, Villacrés, Mazón, Rivera, & Subía, 2008).

Los principales granos que encontraron los españoles a su llegada a América fueron: maíz, frejol, quinua y amaranto, este último además de alimento, formaba parte de ciertos ritos religiosos de los Aztecas o era utilizado como pago de

tributos o impuestos. Por su uso en actos religiosos, fue prohibido por los españoles y desde entonces, se ignoró su cultivo y valor alimenticio en América Latina (Nieto, 1989).

Desde la década de 1980, cobra mucha importancia para la agricultura y la alimentación (Nieto, 1989), y actualmente se está retornando a su explotación en varios países latinos (Gómez A. , 2013), debido a su alto contenido de proteínas y balance adecuado de aminoácidos esenciales; su fácil adaptación a las condiciones climáticas y sistema de cultivo; los múltiples usos que se le puede dar en la alimentación humana; y la presencia de pigmentos de color púrpura o negro en las hojas o inflorescencias, amplio uso en el campo culinario, industrial alimenticio y textil (Montoya, 2011).

1.2.2.- Identificación Taxonómica:

La identificación taxonómica del sangorache muestra en la tabla 1.

Tabla 1: Identificación taxonómica del Sangorache

Reino:	Vegetal
División:	Fanerógama
Tipo:	Embryophytasiphonogama
Subtipo:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledonea
Subclase:	Archyclamidaeae
Orden:	Centrospermales
Familia:	Amaranthaceae
Género:	Amaranthus
Sección:	Amaranthus
Especie:	<i>Amaranthushybridus</i>

Fuente: Mujica, Berti, & Izquierdo, 1997, pág. 4

1.2.3.- Descripción Botánica:

El ataco o sangorache es una planta erecta, anual que generalmente mide 1 m o menos, pero puede alcanzar una altura de hasta 2 m. El tallo con rayas longitudinales, suele ser de color morado púrpura a veces rojizo, con frecuencia

muy ramificado. (SATA, 2014). Posee una raíz pivotante profunda y muchas raíces laterales. (Peralta, 2009).

Las hojas son simples, alternas, opuestas, pecioladas, cuyas dimensiones pueden alcanzar a 15 cm de largo y 10 cm de ancho, son ovaladas, verdes cuando jóvenes y rojas, púrpuras a la madurez. La inflorescencia o panoja terminal o axilar, muy vistosa, erecta o decumbente de color morado o purpura intenso. Las flores son unisexuales, las flores masculinas tienen cinco estambres de color amarillo. El fruto es una capsula pequeña que a la madurez presenta mucha dehiscencia o caída de semillas. Las semillas son pequeñas, lisas, brillantes de color negro o purpura, son duras al moler y revientan con dificultad. La cosecha se realiza entre 150 a 180 días. (Peralta, 2009)

1.2.4.- Cultivo:

A las buenas cualidades químicas y biológicas del sangorache, se agregan varias cualidades agronómicas, entre ellas el ser un cultivo que requiere muy pocos cuidados; la planta se adapta a diversos climas, desde el nivel del mar hasta el que corresponde a 4.000 metros de altura en nuestra Sierra, es poco exigente en agua y en fertilizantes y en climas calientes su desarrollo es tan precoz que entre 4 a 5 meses puede ya producir la cosecha.(Peralta, 2012)

Prospera mejor en suelos bien drenados con textura franca, con un pH entre 5,5 a 7.Dado el tamaño de las semillas, se recomienda la preparación del suelo. Es conveniente una arada, dos pases de rastra y si es posible la nivelación del suelo. Estas labores se pueden hacer con tractor, yunta o manualmente.(Productos Orgánicos Chimborazo Cía. Ltda., 2012).

La siembra se puede realizar manual o mecanizada. En forma manual se debe surcar el terreno para depositar la semilla a un costado del surco ya sea en golpes o chorro continuo, los surcos deben estar espaciados a 0,6 m y su profundidad entre 10 y 15 cm. Para la siembra mecánica no es necesario surcar, se puede utilizar las sembradoras de semillas de hortalizas.(Productos Orgánicos Chimborazo Cía. Ltda., 2012)

La densidad de siembra, con semilla seleccionada o certificada varía de 6 a 8 kg/ha cuando es mecanizada, y puede llegar a 12 kg/ha cuando es manual. Con

esta densidad no es necesario hacer raleos.(Productos Orgánicos Chimborazo Cía. Ltda., 2012)

Se recomienda aplicar 3 qq de 10-30-10 más 3 qq de urea y 1/2 qq de muriato de potasio, o unas 10 t/ha de materia orgánica bien descompuesta. Es necesario realizar una deshierba luego del primer mes y una segunda deshierba en forma de aporque(Nieto, 1989).

El cultivo es de temporal o seco. En áreas con disponibilidad de agua de riego se debe regar por gravedad o surcos, el volumen de entrada (gasto) del agua no debe ser abundante y debe distribuirse simultáneamente en varios surcos; su avance a lo largo del surco debe ser moderado. El número y frecuencia de riegos varía con el tipo de suelo, las condiciones climáticas y en ausencia de lluvia puede ser necesario regar cada 30 días, con énfasis en floración.(Peralta, y otros, 2012)

El cultivo es atacado por gusanos cortadores o trozadores *Agrotis* spp., gusanos cortadores *Feltia* spp., vaquitas o tortuguitas *Diabrotica* spp., pulguitas *Epitrix* spp., pulgones *Myzus* spp., chinches *Lygus* spp., que se los previene manteniendo limpio el cultivo. Las enfermedades que sobresalen son las producidas por hongos *Pythium*, *Phytophthora* y *Rhizoctonia*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Erysiphe* spp., *Curvularia* spp., *Alternaria* spp., y se las controla solo cuando presentan peligro. Se ha observado la presencia de nematodos principalmente del género *Meloidogyne*.(Nieto, 1989)

La cosecha se realiza cuando la planta presenta signos de madurez, se puede realizar la siega con hoz y formar gavillas para luego trillar; se han reportado cosechas exitosas empleando combinadas. El ciclo del cultivo varía entre 120 y 180 días, con rendimientos de 900 a 4000 kg/ha, y 20 t/ha de materia verde. (Nieto, 1989)

1.2.5.- Composición nutricional del Sangorache

El sangorache se caracteriza por poseer riqueza nutricional, siendo así fuente importante de proteínas, minerales y vitaminas, como se establece en la tabla 2.

Tabla 2: Composición nutricional del Sangorache

CARACTERÍSTICA	ATACO
Humedad (%)	13.7
Proteína (%)	14.3
Fibra cruda (%)	13.9
Cenizas (%)	3.58
Grasa (%)	6.18
Calcio (%)	0.30
Fosforo (%)	0.61
Magnesio (%)	0.35
Potasio (%)	0.60
Sodio (%)	0.04
Cobre (ppm)	10.0
Fe (ppm)	68.0
Mn (ppm)	44.0
Zinc (ppm)	44.0
Energía (Cal/100g)	361

Fuente: Departamento Nutrición y Calidad, INIAP-2003

1.2.5.1.- Proteínas:

Las proteínas, contienen carbono, hidrogeno y oxígeno, pero también contiene nitrógeno y a menudo azufre. Son el principal componente estructural de las células y los tejidos, y constituyen la mayor porción de sustancia de los músculos y órganos (a parte del agua). (Latham, 2002, pág. 102)

Es importante considerar que el valor biológico de una proteína depende fundamentalmente de su composición en aminoácidos indispensables. Conocida ésta es posible predecir, dentro de ciertas limitaciones, su comportamiento en el organismo. (Suarez, Kizlansky, & López, 2006)

1.2.5.2.- Aminoácidos:

Un aminoácido es una biomolécula orgánica formada por un carbono unido a un grupo carboxil o un grupo amino, un hidrógeno y una cadena R de composición

variable. (Gallego, 2013). Los aminoácidos son los monómeros a partir de los cuales se forman las proteínas. En la naturaleza existen más de 300 aminoácidos diferentes, pero solo 20 de ellos se encuentran codificados en el DNA y por tanto son los constituyentes de las proteínas en donde se encuentran contenidos en distintas proporciones (Godoy & Parra, 2012).

De acuerdo a los estudios realizados por la FAO y la OMS la proteína del sangorache en el computo aminoacídico oscila entre el 77% - 86% superando al trigo que posee un 73% y a la soya que presenta el 74%, mientras que las proteínas de origen animal no tienen aminoácidos limitantes. Por su alto contenido de lisina es excelente para complementarse con las proteínas de maíz, arroz y trigo (Alvarado, 2011). La tabla 3 muestra el contenido de aminoácidos del grano de sangorache.

Tabla 3: Contenido de Aminoácidos (g en 100 gramos de muestra)

AMINOÁCIDO	g
Ácido aspártico	1.23
Treonina	0.42
Serina	1.31
Acido glutámico	2.15
Prolina	0.46
Glicina	1.76
Alanina	0.46
Cistina	0.05
Valina	0.61
Metionina	0.18
Isoleucina	0.46
Leucina	0.71
Tirosina	0.35
FenilAlanina	0.53

Histidina	0.37
Lisina	0.61
Arginina	1.04

Fuente:Laboratorio DNC-INIAP-2003

1.2.5.3.- Fibra:

La fibra alimentaria, o fibra dietética, se define como cualquier componente de la dieta alimenticia que llega hasta el colon sin ser absorbida en el intestino delgado de una persona sana, pero que es parcial o totalmente fermentada en el intestino grueso por acción de los microorganismos allí presentes y que produce efectos fisiológicos típicos.(Pire, Garrido, González, & Pérez, 2010).

Un aspecto excepcional del ataco o amaranto negro desde el punto de vista de la actividad biológica es su alto contenido de fibra, que representa hasta el 25% del grano, debiendo determinarse el contenido de fibra dietética, por su acción fisiológica en la disminución del índice del colesterol sérico o hepático. (Peralta, Villacrés, Mazón, Rivera, & Subía, 2008).

1.2.5.4.- Minerales:

Los minerales son los componentes inorgánicos de la alimentación, es decir, aquéllos que se encuentran en la naturaleza sin formar parte de los seres vivos. Desempeñan un papel importantísimo en el organismo, ya que son necesarios para la elaboración de tejidos, para la síntesis de hormonas y en la mayor parte de las reacciones químicas en las que intervienen las enzimas. (UNED, 2015)

Los dos elementos importantes para la salud humana son el calcio y el hierro. Cien gramos de sangorache pueden aportar el 46% de la ingesta diaria recomendada de calcio y junto con la quinua aportar el total de la ingesta diaria recomendada de hierro. (Peralta, Villacrés, Mazón, Rivera, & Subía, 2008). En la tabla 4 se exponen los macro y micro nutrientes presentes en el sangorache.

Tabla 4: Macro y micro nutrientes del Sangorache

Calcio (%)	0.30
Fósforo (%)	0.61
Magnesio (%)	0.35
Potasio (%)	0.60
Sodio (%)	0.04
Cobre (ppm)	10.0
Fe (ppm)	68.0
Mn (ppm)	44.0
Zinc (ppm)	44.0

Fuente:Departamento de Nutrición y Calidad, INIAP-2003

1.2.5.5.- Grasas:

Las grasas, los aceites y los lípidos están formados por un gran número de compuestos orgánicos, entre los que se incluyen los ácidos grasos (FA), monoacilgliceroles (MG), diacilgliceroles (DG), triacilgliceroles (TG), fosfolípidos (PL), eicosanoides, resolvinas, docosanoides, esteroides, ésteres de esteroides, carotenoides, vitaminas liposolubles, alcoholes grasos, hidrocarburos y ésteres de ceras(FAO, 2012). Son un componente fundamental de la dieta, aportan la energía necesaria para desarrollar las actividades propias del organismo y las derivadas de la actividad física(INDESOL , 2011).

El contenido de lípidos de las semillas de amaranto negro (8%) es relativamente alto comparado con el amaranto blanco (4.3%) y quinua (4.9%), con predominio de los ácidos grasos mono y poliinsaturados (Peralta, Villacrés, Mazón, Rivera, & Subía, 2008).

1.2.5.5.1.- Clasificación de las grasas:

Grasas saturadas (no presentan dobles enlaces): Se encuentran en alimentos de origen animal como carnes, embutidos, leche y sus derivados, también en aceites de origen vegetal como los aceites de coco o de palma. Son grasas que se solidifican a temperatura ambiente (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición, 2015).

En numerosos estudios epidemiológicos se ha comprobado que la ingesta de grasas saturadas aumenta los niveles de colesterol en sangre, especialmente los de la fracción LDL. Aunque el mecanismo por el que este aumento se produce no está del todo esclarecido, parece ser que los ácidos grasos saturados enriquecen los fosfolípidos de la membrana celular, interfiriendo con la función normal de los receptores LDL y reduciendo de esta forma la absorción de las LDL por las células. Al reducirse la eliminación de las LDL, su concentración en la sangre es mayor (UNED, 2015).

Los diferentes ácidos grasos saturados tienen distintos comportamientos sobre los niveles de LDL-colesterol:

- El Ácido Palmítico (C16:0) es el principal ácido graso saturado presente en los alimentos de origen animal. Diferentes investigaciones han arrojado que incrementa los niveles de colesterol total y LDL, cuando sustituyen en la dieta a los hidratos de carbono u otro tipo de grasas.
- El Ácido Mirístico (C14:0), aunque en menor medida que el palmítico, también aumenta la concentración de colesterol total. La dieta mixta habitual contiene cantidades pequeñas de ácido mirístico, presente fundamentalmente en la mantequilla. E
- El Ácido Esteárico (C18:0) no eleva los niveles plasmáticos de colesterol total, según distintos estudios en animales y humanos, en contraste con otros ácidos saturados. Este ácido se metaboliza más rápidamente hacia ácido oleico que otras grasas saturadas.
- La influencia del Ácido Láurico (C12:0) sobre los niveles de colesterol en sangre todavía no está clara, aunque se ha demostrado que el aceite de

coco (rico en laúrico) aumenta más los niveles de colesterol que la grasa de cordero.

- Los ácidos grasos saturados de cadena corta (C10 y menor) apenas modifican la colesterolemia.

Grasas insaturadas (presentan dobles enlaces): Se encuentran en alimentos de origen vegetal como frutos secos y en semillas de sésamo, girasol, lino (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición, 2015). Se trata de grasas líquidas a temperatura ambiente. Según el número de dobles enlaces que presenten, se clasifican en:

- **Grasas monoinsaturadas:** Las grasas monoinsaturadas son líquidas a temperatura ambiente, pero adquieren firmeza cuando se enfrían. Generalmente, se consideran grasas más saludables y principalmente se encuentran en productos vegetales, tales como las nueces y los aguacates, así como en el aceite de oliva, el aceite de cacahuete y el aceite de canola (Ignarro, 2015). En la tabla 5 se muestra la lista de ácidos grasos monoinsaturados y su fuente natural.

Tabla 5: Lista de ácidos grasos monoinsaturados

Nombre	Fuente
Caproleico	Leche de rumiantes
Lauroleico	Leche de vaca
Palmitoleico	Nuez de macadamia, aceites de pescado
Oleico	Aceites vegetales
Vaccénico	Grasas de rumiantes
Gadoleico	Aceites de pescado
Cetoleico	Aceites de pescado
Erúcico	Aceite de colza

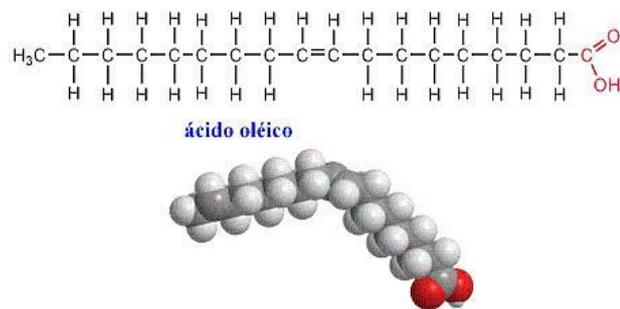
Fuente: (Calvo M. , 1991)

Ácidos grasos ω -9: Los ácidos grasos omega 9 más importantes son el ácido oleico y ácido erúcico. A pesar de ser no esenciales debido a que el

cuerpo puede fabricarlos su consumo es muy beneficioso para el organismo.

Su uso como sustituto de aceites parcialmente hidrogenados y alto en grasas trans hace la cocina mucho más saludable. El aceite de oliva rico en omega 9 resiste temperaturas más altas sin alterarse lo que le hace ser la opción más saludable para las frituras (Lirón, 2014).

Ilustración 2: Estructura Química de Omega 9



FUENTE: (El aceite, 2015)

- **Grasas poliinsaturadas:** Las grasas poliinsaturadas pueden ser líquidas o blandas a temperatura ambiente, y se encuentran en aceites vegetales, tales como de cártamo, de girasol, de maíz, de lino y de canola, así como también en los mariscos (Ignarro, 2015). En la tabla 6 se muestra la lista de ácidos grasos poliinsaturados y su fuente natural.

Tabla 6: Ácidos grasos poliinsaturados

NOMBRE	FUENTE
Linoleico	Aceites vegetales (girasol, maíz, soja)
Linolénico	Soja, otros aceites vegetales
Gamma linolénico	Aceite de onagra, borraja
Estearidónico	Aceites de pescado, semillas de borraja
Araquidónico	Aceites de pescado
Clupanodónico	Aceites de pescado
Docosahexaenoico	Aceites de pescado

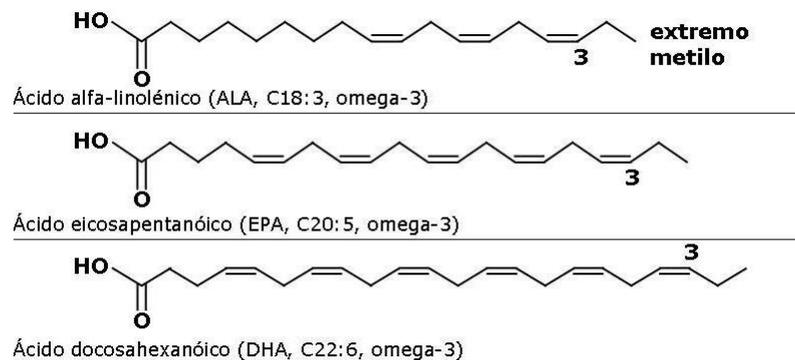
Fuente: (Calvo M. , 1991)

Las grasas poliinsaturadas incluyen los ácidos grasos esenciales dentro de los cuales encontramos tres grupos principales; los ácidos grasos omega-3 (ω -3), omega-6 (ω -6) y omega-9 (ω -9) (Valenzuela, Tapia, González, & Valenzuela, 2001).

Ácidos grasos ω -3:

Los ácidos grasos ω -3 se encuentran en pequeñas cantidades en algunos aceites vegetales, pero su fuente principal son los animales marinos (pescado y marisco). Los principales son el ácido linolénico (C18:3), el eicosapentaenoico (EPA; C20:5) y el docosahexaenoico (DHA; C22:6) (UNED, 2015).

Ilustración 3: Estructura Química de Omega 3



FUENTE: (EUFIC , 2008)

Los efectos de los ácidos grasos ω -3 sobre las diferentes lipoproteínas en el organismo humano no están todavía completamente definidos. El efecto más llamativo y claramente demostrado, es la disminución de los niveles de triglicéridos y VLDL en todo tipo de sujetos. Esta reducción se debe a la disminución de la síntesis en el hígado de triglicéridos y VLDL. Sin embargo, los efectos de los ácidos grasos ω -3 sobre los niveles de cLDL y cHDL depende del tipo de paciente y de su perfil lipídico. Así, en pacientes con colesterol total elevado, los ω -3 disminuyen el cLDL si a la vez se disminuye el consumo de grasas saturadas. El efecto sobre el cHDL varía

desde una ligera disminución, que es lo más frecuente, a un ligero aumento en pacientes con triglicéridos elevados(UNED, 2015).

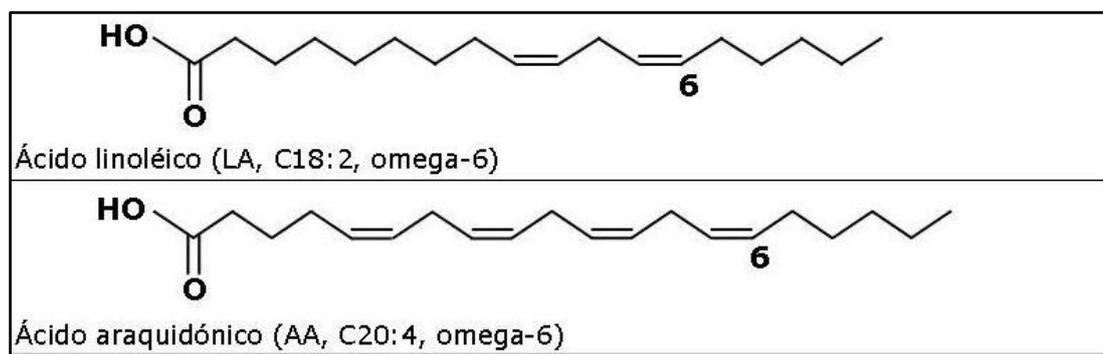
Además de la modificación del perfil lipídico, el consumo de ácidos grasos ω -3 da lugar a una inhibición de la agregación plaquetaria, principalmente al disminuir la formación de tromboxano A₂. Por si todo esto fuera poco, se ha comprobado también que este tipo de grasas reduce la presión arterial y disminuye la viscosidad sanguínea. Estos son los motivos por los que siempre se recomienda aumentar el consumo de pescado frente al de carnes y otros tipos de alimentos de origen animal para reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares (UNED, 2015).

Ácidos grasos ω -6:

El principal ácido graso ω -6 es el linoleico (C18:2), que se encuentra principalmente en los aceites vegetales de semillas (maíz, soja, girasol, etc.).

Los ácidos grasos poliinsaturados reducen el colesterol total y LDL cuando reemplazan en la dieta a las grasas saturadas. También reducen el colesterol HDL, lo cual no es deseable para una máxima protección frente a las enfermedades cardiovasculares (UNED, 2015).

Ilustración 4: Estructura Química de Omega 6



FUENTE: (EUFIC , 2008)

1.3.- ALIMENTOS FUNCIONALES

El término alimento funcional surgió en Japón por primera vez en la década de los '80, cuando se iniciaron una serie de investigaciones enmarcadas en un gran proyecto de gobierno, cuyo propósito fue conocer otras funciones de los alimentos, además de la principal función nutritiva (Durán & Valenzuela, 2010).

Se trata de alimentos conocidos a los que se han añadido uno o varios ingredientes (prebióticos, probióticos, antioxidantes, ácidos grasos omega-3, ácido fólico, fitoesteroles, fitoestrógenos, entre otros), no contenidos de forma natural en mismo (o contenidos en muy baja cantidad) (Reglero, 2010) o alimentos a los que se le han removido aquellos componentes que pueden tener un efecto perjudicial en la salud (componentes alergenos, irritantes, hipercalóricos, entre otros) (Valenzuela, Valenzuela, Sanhueza, & Morales, 2014).

Son considerados también como alimentos enriquecidos, pudiéndose distinguir tres tipos de enriquecimiento (Equipo de ELIKA, 2011):

Restauración: Se añaden los nutrientes que se han perdido durante el proceso de elaboración de un alimento.

Fortificación: Cuando se añaden uno o más nutrientes a los alimentos, tanto si los contienen o no de forma natural. De esta manera el alimento se convierte en una fuente importante en ese nutriente.

Estandarización: Cuando se añaden nutrientes para compensar variaciones en el nivel de algunos de ellos.

1.3.1. Beneficios de los alimentos funcionales y sus componentes en la salud humana

Los alimentos funcionales poseen una determinada actividad biológica capaz de afectar de modo positivo al desarrollo de los mecanismos biológicos corporales relacionados con ciertas enfermedades, fundamentalmente cardiovasculares, inflamatorias, neurodegenerativas y tumorales (Reglero, 2010).

1.3.1.1. Alimentos con Probióticos:

Son aquellos alimentos que contienen probióticos; organismos vivos; que generalmente son mezclas de lactobacilus y bifidobacterias que tienen efectos

saludables a nivel digestivo ya que contribuyen a equilibrar la flora intestinal, son beneficiosos en caso de diarrea, estreñimiento, intolerancia a la lactosa, ayudan a la reducción de la hipercolesterolemia y la hipertensión, proporcionan protección frente a enfermedades infecciosas, inflamatorias, alérgicas y tumorales. Además, potencian nuestro sistema inmunológico (Equipo de ELIKA, 2011) (Reglero, 2010).

1.3.1.2. Alimentos con Prebióticos:

Son alimentos enriquecidos con prebióticos; definidos como ingredientes no digeribles que afectan beneficiosamente a la salud (Equipo de ELIKA, 2011).

Entre los prebióticos más conocidos se encuentran la inulina y fructooligosacáridos (FOS) de origen vegetal, la lactosa y galactooligosacáridos (GOS) de origen lácteo (Calvo, Gómez, López, & Royo, 2012), que son utilizados en la elaboración de diferentes alimentos, como yogures, postres, bebidas, pan, rellenos, productos dietéticos, pasteles y galletas, azúcar de confitería, sopas y salsas y alimentos infantiles (Equipo de ELIKA, 2011).

Entre sus propiedades destacan mejoramiento de la microflora y tránsito intestinales, efecto protector frente al cáncer de intestino grueso debido a que estimulan selectivamente el crecimiento y/o la actividad de una o un número limitado de bacterias en el colon, acción positiva sobre el sistema inmunológico. Además, favorece la absorción de calcio por parte del organismo (Fundación EROSKI, 2015).

1.3.1.3. 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 (Calvo, Gómez, López, & Royo, 2012).

1.3.1.4. Alimentos con Péptidos Bioactivos:

Algunas secuencias de proteínas alimentarias poseen efectos particulares cuando son liberadas mediante hidrólisis. Los fragmentos obtenidos se denominan péptidos bioactivos cuando se ha identificado alguna actividad biológica. El efecto más conocido y mejor estudiado de los péptidos bioactivos es su carácter antihipertensivo. También se han descrito propiedades antitrombóticas, sedantes y analgésicas (Calvo, Gómez, López, & Royo, 2012).

1.3.1.5. Alimentos con Aminoácidos:

Son múltiples las acciones favorables de los aminoácidos frente al sistema nervioso y el funcionamiento del sistema inmunológico o de defensas de nuestro organismo, ya que poseen un efecto hipnótico y sedante, que ayuda a regular el sueño y mejora las situaciones de ansiedad y estrés emocional; actúan de modo favorable en situaciones de fatiga y estrés. Además, estimulan la función inmunológica, además de favorecer la recuperación y minimizar los daños musculares en el deportista profesional (Fundación EROSKI, 2015).

1.3.1.6. Alimentos con fibra dietética:

Los alimentos enriquecidos con fibra dietética presentan beneficios a la salud tales como favorecer el tránsito intestinal; puesto que aumenta el volumen de las heces; y previene o mejora el estreñimiento, las hemorroides y otras afecciones intestinales. Aporta sensación de saciedad, ya que retrasa la velocidad de vaciado del estómago, lo que es beneficioso en dietas hipocalóricas indicadas en caso de obesidad. Capta sustancias en el intestino e impide con ello su absorción. Una de ellas es el colesterol, con lo que contribuye a reducir las tasas de colesterol en sangre, y por tanto, el riesgo cardiovascular asociado a niveles altos de colesterol o hipercolesterolemia. Mejora el control de la glucemia. Diluye agentes potencialmente nocivos, entre ellos sustancias carcinógenas (capaces de provocar cáncer), por lo que previene o reduce el riesgo de cáncer de colon y recto (Calvo, Gómez, López, & Royo, 2012).

1.3.1.7. Alimentos con azúcares alcohol (polioles) o azúcares de baja energía:

Son alimentos que incluyen edulcorantes tales como el sorbitol, manitol, xilitol, etc., que se emplean como sustitutos del azúcar común o sacarosa.

Entre sus ventajas respecto al azúcar común se puede destacar que son menos calóricos, no afectan a los niveles de azúcar en sangre. Además son menos cariogénicos, (no provocan caries) (Fundación EROSKI, 2015).

1.3.1.8. Alimentos con Lípidos:

Pueden contener numerosos tipos de lípidos como omega-3 de distinto origen, esteroles y glicéridos modificados con diversos efectos, siendo los más conocidos los relativos al riesgo cardiovascular. Se trata probablemente del grupo más numeroso de alimentos funcionales (Calvo, Gómez, López, & Royo, 2012).

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

La fórmula de alimentación para recién nacidos a término que contiene al menos un 0,3% del total de ácidos grasos como el DHA ha demostrado mejorar la maduración visual (Nutri-Facts, 2012).

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 (Nutri-Facts, 2012).

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 (Nutri-Facts, 2012).

Pese a que aún se requieren más estudios para comprender el posible efecto de los ácidos grasos omega-3 en la prevención y el tratamiento del cáncer, los investigadores especulan que, en combinación con otros nutrientes (p. ej., la vitamina C, la vitamina E, el beta-caroteno y la coenzima Q10), estos ácidos pueden ser especialmente valiosos en la prevención y el tratamiento del cáncer de mama. 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) ralentizan o invierten el progreso del cáncer de colon y podrían inhibir el desarrollo del cáncer de próstata (Nutri-Facts, 2012).

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 (Nutri-Facts, 2012).

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 (Nutri-Facts, 2012).

En cuanto a enfermedades como la Osteoporosis los estudios sugieren que el ácido graso de cadena larga omega-3 eicosapentaenoico, EPA, puede ayudar a aumentar los niveles de calcio en el cuerpo, a favorecer el depósito de calcio en los huesos y a mejorar la resistencia de los mismos (Nutri-Facts, 2012).

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 (Nutri-Facts, 2012).

1.3.1.9. Alimentos con Antioxidantes:

La respiración en presencia de oxígeno resulta esencial en la vida celular de nuestro organismo, pero como consecuencia de la misma, se producen unas moléculas denominadas radicales libres, que ocasionan a lo largo de la vida efectos negativos para la salud por su capacidad de alterar los genes, las proteínas y los lípidos o grasas del organismo (Fundación EROSKI, 2001).

Situaciones como el estrés o las infecciones y hábitos tan comunes como la práctica de ejercicio físico intenso, el tabaquismo, el consumo de dietas muy

energéticas y ricas en grasas, la exposición descontrolada a las radiaciones solares, así como la contaminación ambiental, aumentan la producción de radicales libres (Fundación EROSKI, 2015).

Con los años, los radicales libres pueden producir una alteración genética sobre determinadas células aumentando el riesgo de padecer cáncer, o bien reducen su funcionalidad, lo que es característico del envejecimiento y de enfermedades degenerativas (Fundación EROSKI, 2015).

Además, los radicales libres oxidan los lípidos que circulan por la sangre, lo que implica un mayor riesgo de que éstos se depositen en las paredes de los vasos sanguíneos, aumentando el riesgo de enfermedades cardiovasculares (Fundación EROSKI, 2015).

Los alimentos enriquecidos con antioxidantes frenan o neutralizan la acción nociva de los radicales libres, por lo que contribuyen a reducir el riesgo de las enfermedades mencionadas. También son importantes para los deportistas de elite ya que evitan o reducen los daños derivados del sobre-entrenamiento (Fundación EROSKI, 2015).

1.3.1.10. 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) (Fundación EROSKI, 2015).

1.4. ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN

1.4.1. El animal experimental como reactivo biológico

Se trata de un animal cuya calidad genética y ambiental ha sido controlada y asegurada y, por lo tanto, es capaz de dar una respuesta fiable y reproducible a la pregunta experimental. Se suman a ello todas las consideraciones de cuidado para el bienestar de cada uno según su especie y sus requerimientos ecológicos, de manera que no se generan alteraciones o adaptaciones que modifiquen el modelo animal, alterando la respuesta investigativa (Cardozo & Rodríguez, 2005).

1.4.2. El ratón

1.4.2.1. Taxonomía

Clase: Mammalia

Familia: Muridae

Género: Mus

Especie: Mus musculus.

1.4.2.2. Características generales del ratón

El ratón doméstico es una especie cosmopolita, se adapta a una gran variedad de condiciones ambientales, desde zonas muy frías hasta regiones tropicales. El ratón es un mamífero de sangre caliente, de hábitos nocturnos y su comportamiento está influenciado por feromonas. Posee un agudo sentido de la audición, por lo que se alteran rápidamente con los ruidos, es por ello que hay que tener cuidado con los equipos que se utilizan. Su sentido del olfato está muy desarrollado, no sólo para detectar comida y depredadores, sino también para percibir un orden social. Su visión es muy pobre y no pueden percibir los colores. En la órbita del ojo posee unas glándulas con forma de herradura llamadas glándulas Harderianas, cuando el ratón está en estrés, excreta en la zona periocular una sustancia de color marrón llamada porfirina. El sistema social depende de la densidad de población, viven en grandes colonias y el rango social está bien desarrollado. Generalmente, son muy dóciles a excepción de algunas cepas exocriadas que mantienen su agresividad, al igual que sus antecesores salvajes. Por su pequeño tamaño son muy susceptibles a cambios ambientales, puesto que una variación de la temperatura entre 2 a 3°C,

puede afectar su temperatura corporal y modificar su fisiología. El tamaño del ratón adulto varía entre 12 a 15 cm desde la punta de la nariz a la punta de la cola; el largo de la cola es igual al largo del cuerpo y con un peso aproximado de 30 gr. Las crías al nacer tienen un peso aproximado de 1 a 2 g y gana rápidamente peso durante la lactancia. Tienen una vida útil de 10 a 12 meses y se obtiene de ocho a diez camadas (Fuentes, Mendoza, Rosales, & Cisneros, 2008).

1.4.3. Bioterio

Es el lugar que está construido, diseñado y equipado para llevar a cabo la cría y control de los animales de laboratorio empleados como reactivos biológicos en protocolos experimentales.

1.4.3.1. Microambiente

El microambiente, es el ambiente físico inmediato que rodea al ratón, también llamado confinamiento o encierro primario, está limitado por el perímetro de la jaula o caja, cama, alimento y agua de bebida; deben contribuir a la salud de los animales, y evitarles todo estrés, por lo que deberá asignársele, a cada uno, un espacio adecuado que le permita movimientos y adopciones de posturas normales, preservando a su vez las mínimas condiciones de higiene y de protección contra insectos, roedores y otras plagas. El microambiente lo conforman la caja o jaula, el alimento, el agua, así como el mantenimiento de las condiciones de higiene de cada uno de ellos (Fuentes, Mendoza, Rosales, & Cisneros, 2008).

1.4.3.2. Macroambiente

El macroambiente es el espacio inmediato al microambiente y es la sala de alojamiento en su ámbito general. La alteración de los factores del macroambiente producirá cambios en el modelo animal y con ello, la modificación del tipo de respuesta, y aumento de la variabilidad de los resultados entre o dentro de los laboratorios de experimentación (Fuentes, Mendoza, Rosales, & Cisneros, 2008).

1.5. SÍNDROME METABÓLICO

1.5.1. Definición

El síndrome metabólico (SM) comprende un conjunto de factores de riesgo cardiovascular representado por obesidad central, dislipidemias, anormalidades en el metabolismo de la glucosa e hipertensión arterial, estrechamente asociado a resistencia a la insulina (Bello, Sánchez, Campos, Báez, Fernández, & Achiong, 2012).

1.5.2. Aspectos fisiopatológicos

El origen fisiopatológico del síndrome metabólico aún está en discusión. Se ha sugerido que la fisiopatología está basada principalmente en la resistencia a insulina, como origen del conjunto de anormalidades que conforman el síndrome. Sin embargo, han surgido algunas controversias. Incluso se menciona al respecto que se debe tratar por igual cualquiera de los componentes del síndrome y no al conjunto como una sola entidad, o tratar de entenderlo con un origen común. Dada la estrecha relación entre obesidad abdominal e insulino resistencia, se ha planteado también que la obesidad abdominal sería el más importante de los factores de riesgo y el que conllevaría al desencadenamiento de las demás anormalidades en el síndrome. La obesidad abdominal, que implica el aumento y acúmulo de grasa a nivel visceral (depósito de tejido graso principalmente en hígado, músculo y páncreas), tendría la mayor implicancia en el desarrollo del síndrome. Esta grasa visceral implica la formación en el tejido graso de sustancias químicas llamadas adipocinas, que favorecen estados proinflamatorios y protrombóticos, que a su vez van a conducir o contribuir al desarrollo de insulino resistencia, hiperinsulinemia, alteración en la fibrinólisis y disfunción endotelial (Lizarzaburu, 2013).

1.5.3. Diagnóstico de síndrome metabólico

El diagnóstico de síndrome metabólico según la unificación de criterios (Harmonizing the Metabolic Syndrome) es:

- Incremento de la circunferencia abdominal: definición específica para la población y país.

- Elevación de triglicéridos: mayores o iguales 150 mg/dl (o en tratamiento hipolipemiante específico).
- Disminución del colesterol HDL: menor de 40 mg% en hombres o menor de 50 mg% en mujeres (o en tratamiento con efecto sobre el HDL).
- Elevación de la presión arterial: presión arterial sistólica (PAS) mayor o igual a 130 mmHg y/o PAD mayor o igual a 85 mmHg (o en tratamiento antihipertensivo).
- Elevación de la glucosa de ayunas: mayor o igual a 100 mg/dl (o en tratamiento con fármacos por elevación de glucosa).

El diagnóstico de síndrome metabólico se realiza con la presencia de tres de los cinco componentes propuestos (Lizarzaburu, 2013).

1.5.3.1. La obesidad abdominal

La obesidad expresada por el aumento del índice de masa corporal (IMC) contribuye a la hipertensión arterial, aumento del colesterol LDL, aumento de triglicéridos, disminución de HDL, hiperglucemia e insulinoresistencia, guardando una relación directa con el síndrome metabólico y en especial en lo referente a la obesidad abdominal (expresada por el aumento del perímetro de cintura, que refleja fielmente el acúmulo de grasa visceral). La medición del perímetro de cintura provee un importante indicador de la distribución de grasa corporal y puede identificar a pacientes que tienen riesgo incrementado de padecer patología cardiometabólica, aún por encima del índice de masa corporal (Cerezo, 2010).

1.5.3.2. La dislipemiaaterogénica

Es frecuentemente encontrada en los pacientes con SM y se caracteriza por descenso del HDL con aumento de los triglicéridos, aumento de las LDL pequeñas y densas (de mayor poder aterogénico) y cambios constitucionales de las partículas del HDL que son pequeñas, con menor capacidad de transporte reverso. El coeficiente TG/HDL se ha convertido en una herramienta útil para identificar pacientes con SM, especialmente en forma temprana, estudios recientes reconocen

como puntos de corte de este parámetro a valores de 2,75 para hombres y 1,65 para mujeres (Cerezo, 2010).

1.5.3.3. Hipertensión arterial

La hipertensión arterial es un factor de riesgo mayor e independiente que se asocia frecuentemente con la insulinoresistencia y otras alteraciones metabólicas. La disminución de la sensibilidad al efecto de la insulina y la hiperinsulinemia resultante producen una variedad de mecanismos que favorecen el desarrollo de hipertensión arterial, entre los que podemos destacar el aumento de la reabsorción renal de sodio y de la sensibilidad al mismo. La hipertensión arterial es la variable más frecuentemente presente en los pacientes con diagnóstico de SM (Cerezo, 2010).

1.5.3.4. La insulinoresistencia

La resistencia a la insulina es el estado en el cual las células del tejido muscular esquelético, hepáticas y del tejido adiposo se tornan menos sensibles a la insulina y eventualmente resistentes al efecto de la misma. La insulina, hormona producida por la célula beta pancreática, facilita la absorción de glucosa por estos tejidos entre otros muchos efectos. La insulinoresistencia es un factor de riesgo independiente para eventos cardiovasculares y diabetes mellitus tipo dos, y muchos autores la consideran como la base fisiopatológica del SM. La glucosa al no poder ingresar a los tejidos insulinoresistentes, aumenta sus niveles en sangre y desencadena una mayor secreción de insulina, produciendo hiperinsulinemia como un intento por procesar el exceso de glucosa plasmática. En el hígado, se observa un aumento de la neoglucogénesis que empeora el nivel glucémico. Esta situación puede terminar por agotar la capacidad de secreción de insulina por parte de las células beta, provocando un franco aumento de los niveles de glucosa sanguínea y la diabetes mellitus tipo dos. Aún antes de que se hagan evidentes los elevados niveles de glucosa plasmática, los mecanismos de lesión micro y macrovasculares están presentes y por lo tanto el riesgo de eventos cardiovasculares en estos pacientes ya está aumentado. Intensamente asociada a los trastornos del metabolismo de la glucosa y de los lípidos, la

insulinorresistencia es una característica presente en el SM y en la diabetes mellitus tipo dos (Cerezo, 2010).

1.5.4. Tratamiento del síndrome metabólico

La prevención es una de las mejores maneras de combatir enfermedades como las del síndrome metabólico. Una vez que se es diagnosticado es recomendable bajar de peso, hacer ejercicio por lo menos 5 días a la semana, comer alimentos sanos, reducir el consumo de sal y eliminar el consumo de tabaco o alcohol. De ser necesario se recurrirá a medicamentos recetados por el médico.

1.6.- DESHIDRATACIÓN:

La deshidratación permite preservar alimentos altamente perecederos, especialmente frutas y hortalizas, cuyo contenido de agua es típicamente superior al 90%. El objetivo principal de esta tecnología es reducir el contenido de humedad de los alimentos, lo cual disminuye su actividad enzimática y la capacidad de los microorganismos para desarrollarse sobre el alimento. La eficiencia del transporte de humedad desde el alimento está determinada por la resistencia interna del tejido al movimiento del agua y una resistencia externa, que se presenta entre la superficie sólida y el fluido deshidratante, el cual en la mayoría de los casos es aire. Las principales variables que modulan la velocidad del movimiento del agua en el alimento son el tiempo y la temperatura (Ochoa, y otros, 2013).

1.6.1.- Principales métodos de deshidratación

1.6.1.1.- Osmodeshidratación: La deshidratación osmótica (DO) es una operación que permite eliminar el agua contenida en un alimento al ponerlo en contacto directo con una disolución altamente concentrada. El proceso tiene lugar porque el agua del producto (disolución más diluida) se difunde a través de las membranas celulares que son semipermeables, hacia el medio que las rodea (disolución más concentrada) con el fin de establecer el equilibrio. Como la membrana es sólo parcialmente selectiva, también se produce, aunque en menor

medida, cierta difusión del soluto de la disolución hacia el alimento (Zuluaga, Cortes, & Rodríguez, 2010).

1.6.1.2.- Deshidratación por aire caliente: En este proceso se presenta una transferencia de calor por convección y un contacto directo de la sustancia con el aire caliente en el cual tiene lugar la evaporación. La temperatura del aire de secado constituye un parámetro básico en el proceso de deshidratación con aire caliente. El incremento de la temperatura aumenta la difusividad del agua dentro del producto, acelerando de esta forma el proceso. Pero no se debe hacer un excesivo incremento de la temperatura, porque provoca deterioro de la calidad del producto, debido a que se pueden presentar reacciones de pardeamiento, formación de costra superficial, gelatinización de los productos que presentan alto contenido de almidones y pérdida de compuestos volátiles (aromas).

El tiempo de secado depende en gran medida de la cantidad de aire que pasa a través del producto. Por lo tanto, se debe establecer la cantidad de producto que se quiere secar por unidad de tiempo y dimensionar el flujo de aire que se requiere para tal fin (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 1999).

1.6.1.3.-Liofilización:

La liofilización es un proceso de secado utilizado principalmente en la industria alimentaria y farmacéutica, en el que el agua de un producto se extrae por sublimación. De esta manera se elimina el agua desde el estado sólido al gaseoso, sin pasar por el estado líquido. Para ello, el producto debe ser congelado e introducido en una cámara de vacío (liofilizador). Esta técnica, al trabajar a bajas temperaturas, evita en gran medida las pérdidas nutricionales y el deterioro organoléptico, obteniéndose productos de mayor calidad nutricional, sabor y textura (KARELOVIC, 2012).

1.6.1.4.- Atomización:

La atomización consiste en la pulverización de un producto líquido, de manera que las gotas entran en contacto con una corriente de aire o gas inerte caliente que permite la evaporación inmediata del agua de las mismas. Este tipo de

deshidratación es una forma rápida de eliminación de agua en un tiempo corto de contacto gota-aire caliente, conservando en mayor grado las características iniciales del producto (Luján, 2013).

1.6.1.5.- Deshidratación solar: La deshidratación por exposición al sol es ampliamente practicada en los trópicos y subtrópicos. La variante más común y económica de este método consiste en colocar el alimento sobre la tierra (acondicionada o alfombrada) o piso de concreto, quedando expuesto directamente al sol. La desventaja de esta variante radica en la vulnerabilidad del alimento a la contaminación por polvo, infestación por insectos y hongos productores de aflatoxinas, pérdidas por animales y baja calidad de los productos obtenidos. El proceso de deshidratación mediante la exposición directa al sol puede requerir de 106 a 120 h. Otra variante del secado solar consiste en emplear deshidratadores solares tipo túnel, donde el alimento queda protegido del ambiente durante la deshidratación. La temperatura típica que suele alcanzarse en estos túneles oscila entre los 60 y 80°C, llegando a alcanzar en algunos casos excepcionales hasta 140 °C. Los flujos de calor típicos para estos secadores varían de 202.3 a 767.4 W/m² (Ochoa, y otros, 2013).

Las ventajas de la deshidratación solar radican en los bajos costos de operación y en ser ecológicos, puesto que generalmente no utilizan energía eléctrica o derivada de combustibles fósiles. Se han diseñado e instalado diferentes tipos de deshidratadores solares en diferentes regiones del mundo. En términos generales, los deshidratadores solares se pueden clasificar en dos tipos: los deshidratadores que utilizan exclusivamente fuentes de energía renovables y los deshidratadores que incluyen además fuentes de energía no renovable, ya sea como fuente suplementaria de calor o para favorecer la circulación de aire(Ochoa, y otros, 2013).

1.6.2. Frutas deshidratadas:

Son botanas o snacks, muy nutritivos y saludables, ya que después del proceso de deshidratación conservan los nutrientes, vitaminas y sabor de la fruta fresca, además no contienen conservantes o cualquier tipo de químico.

1.6.2.1. Beneficios de las frutas deshidratadas:

Por su compleja composición química y nutricional, las frutas secas se engloban dentro de la categoría de alimentos funcionales (EROSKI CONSUMER, 2010), algunos beneficios del consumo de esas frutas son:

- Su consumo como merienda reduce más el hambre que otros snacks (como galletas o pan).
- Se evidencia una mejor regulación de las hormonas que controlan el apetito y la saciedad.
- Su ingesta no altera la energía total consumida a lo largo del día, por eso su consumo razonable no afecta al peso corporal.
- Proporcionan más fibra y nutrientes reguladores (potasio, magnesio, hierro, calcio, riboflavina, niacina, vitamina A, E) y menos grasas y colesterol.

CAPITULO II

2.1.TIPO DE ESTUDIO

Descriptivo – Experimental:

Mediante la presente investigación se ha recolectado información acerca de las enfermedades del síndrome metabólico y de la afección que estas causan a la sociedad actual, así como también se pretende establecer una posible solución a los problemas mencionados en base a la mejora de los hábitos alimentarios.

2.2.POBLACIÓN

La población utilizada en el presente trabajo estuvo conformada por 58 ratas pertenecientes al Bioterio de la UNACH.

2.3.MUESTRA:

Se trabajó con la única variedad de Sangorache existente en el país. Las muestras fueron proporcionadas por el Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria (INIAP) – Estación Experimental Santa Catalina. El número de animales utilizadas fueron 14 para la determinación de la toxicidad y 24 animales para la administración de los tratamientos.

2.4. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable Independiente	Concepto	Objetivos	Indicadores	Unidad
Ácidos grasos poliinsaturados	<p>Los ácidos grasos poliinsaturados son un tipo de grasa dietaria, muy saludable que puede ayudar a disminuir el colesterol LDL (malo). Se encuentra presente en alimentos tales como salmón, aceites vegetales y algunas nueces y semillas.</p> <p>Forman parte de los ácidos grasos poliinsaturados las grasas omega-3 y omega-6, que son esenciales para el crecimiento de las células y el funcionamiento del cerebro (Vorvick, 2014).</p>	<p>Evaluar el efecto del extracto lipídico del sangorache sobre los niveles del perfil lipídico y glucemia en animales de experimentación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Niveles de colesterol total • Niveles de HDL • Niveles de LDL • Niveles de triglicéridos. • Niveles de glucemia 	<p>mg/dl</p> <p>mg/dl</p> <p>mg/dl</p> <p>mg/dl</p> <p>mg/dl</p>
Fitoesteroles	<p>Los fitoesteroles y sus formas reducidas, los fitoestanoles, son sustancias que se encuentran de forma natural en alimentos de origen vegetal.</p> <p>Poseen una estructura muy similar a la del colesterol. Este parecido hace que cuando ambas moléculas sean ingeridas, nuestro cuerpo priorice la utilización de los fitoesteroles sobre la del colesterol, lo cual favorece la reducción de los niveles de colesterol LDL (malo) sin alterar los valores de colesterol HDL (bueno) (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2013).</p>	<p>Evaluar el efecto del extracto lipídico del sangorache sobre el perfil lipídico de ratones de experimentación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Niveles de colesterol total • Niveles de HDL • Niveles de LDL • Niveles de triglicéridos. • Niveles de glucemia 	<p>mg/dl</p> <p>mg/dl</p> <p>mg/dl</p> <p>mg/dl</p> <p>mg/dl</p>

Variables Dependiente	Concepto	Objetivos	Indicadores	Unidad
Niveles del perfil lipídico y glucemia de los animales de experimentación	<p>COLESTEROL: Es una sustancia que se encuentra en la sangre y es similar a la grasa. Puede acumularse en el interior de los vasos sanguíneos del corazón evitando que la sangre fluya, lo que podría causar un infarto. (FDA, 2010).</p> <p>HDL (High Density Lipoproteína): Son lipoproteínas de alta densidad (1.063 - 1.21 g/ml) pero de menor tamaño (4-13 nm). Están constituidas en un 50% por proteínas y en un 50% por lípidos. Su función es transportar el colesterol desde los tejidos periféricos, incluyendo la pared arterial, hasta el hígado para su posterior excreción en forma de sales biliares, proceso conocido como transporte reverso de colesterol, aunque también pueden transportar el colesterol a órganos endocrinos para la síntesis de hormonas esteroideas (Feliciano & Sierra, 2008).</p> <p>LDL: Son lipoproteínas de baja densidad. También se les denomina colesterol “malo” debido a la relación comprobada entre los niveles altos de LDL y la enfermedad cardíaca (Dulbecco, 2008).</p> <p>Triglicéridos: Son el tipo más común de grasa en el cuerpo. También son una fuente importante de energía. Se producen en el cuerpo y en los alimentos. A medida que las personas envejecen, suben de</p>	Determinar cómo el extracto lipídico del sangorache influye en el perfil lipídico de ratones.	Determinación de: Colesterol total. Colesterol HDL. Colesterol LDL. Triglicéridos	mg/dl mg/dl mg/dl mg/dl

	peso o ambos, sus niveles de colesterol y triglicéridos tienden a elevarse (American Heart Association, 2012)			
--	---	--	--	--

2.5.PROCEDIMIENTOS

La investigación se llevó a cabo de la siguiente manera:

- **Junio, julio y agosto de 2014:** Obtención del extracto lipídico de Sangorache mediante la aplicación de la técnica Soxhlet Official Methods of Analysis A.O.A.C. 15th Edition, U.S.A. (1990), en el laboratorio de Análisis de alimentos de la escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH).
- **Septiembre 2014:** Se llevó a cabo el bioensayo de citotoxicidad del extracto lipídico de Sangorache en *Artemia salina* mediante la utilización de la técnica de Meyer y Col., en el bioterio de la UNACH.
- **Octubre:** Reproducción de animales llevada a cabo en el Bioterio de la UNACH.
- **Noviembre:** Determinación de la toxicidad aguda DL50 para el extracto lipídico de Sangorache en ratones género *Mus musculus*, basándose en el modelo de Lichfield –Wilcoxon, en el Bioterio de la UNACH.
- **Diciembre:** Deshidratación de frutas mediante la aplicación de distintos métodos. Laboratorio de Procesos agroindustriales de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la UNACH.
- **Enero:** Una vez seleccionadas las frutas y el método a utilizarse se obtuvieron las curvas de deshidratación. Laboratorio de Procesos Agroindustriales de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la UNACH.
- **Febrero:** Elaboración del alimento funcional. Laboratorio de Procesos Agroindustriales de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la UNACH.

- **Marzo:** Realización del análisis microbiológico y análisis proximal del producto terminado, en el laboratorio de Análisis de alimentos de la UNACH.
- **Abril:** Mantenimiento del Bioterio.
- **Mayo - junio:** Inducción de la patología en los ratones género mus *Musculus* mediante la administración de una dieta hipercalórica y progesterona a una concentración de 12 ml/Kg de peso. Bioterio de la UNACH.
- **Mayo:** Segundo análisis microbiológico, con la finalidad de determinar las condiciones del producto terminado. Laboratorio de Análisis de alimentos de la UNACH.
- **Julio:** Administración de los diferentes tratamientos a los animales en experimentación, en el Bioterio de la UNACH.
- **Agosto:** Tercer análisis microbiológico, con la finalidad de determinar las condiciones del producto terminado, en el Bioterio de la UNACH.
- **Septiembre – octubre:** Procesamiento y análisis de los datos sometidos al programa estadístico ANEVA.
- **Noviembre:** Cuarto análisis microbiológico con la finalidad de determinar las condiciones del producto terminado. Laboratorio de Análisis de Alimentos de la escuela de Ingeniería Agroindustrial de la UNACH.

2.5.1. Materiales, equipos y reactivos:

2.5.1.1. Materia prima:

- **Sangorache:**
La muestra fue proporcionada por el INIAP - Estación Experimental Santa Catalina, ubicada en la provincia de Pichincha a 3.058 m.s.n.m., a una latitud 00°22', longitud 78°33', Oeste, temperatura promedio 15°.
- **Frutas:**
Se trabajó con manzana variedad Gala; uva variedad Negra mediterránea y fresa variedad Chandler.

2.5.1.2. Material biológico:

Fueron utilizados 49 ratones del género mus Musculus cepa BALB/c (ratón albino).

Estos animales ofrecen un sistema más simple con el cual trabajar, sus períodos de gestación son más cortos al igual que sus vidas y permiten comparar cómo funciona el corazón, el hígado y el sistema neurológico.

2.5.1.3. Instrumentos:

Materiales:

- Papel filtro
- Envases de cristal
- Embudo
- Vasos de precipitación
- Erlenmeyer
- Lámpara
- Puntas
- Pipetas
- Lupa
- Tubos de ensayo
- Cánula
- Jeringas (1-3ml)
- Ficha de observación
- Kit de observación
- Kit de disección
- Capilares
- Isotopos
- Torundas
- Papel toalla
- Vaselina
- Guantes

- Mascarilla
- Tubos eppendorf
- Parafilm
- Tubos para muestras de sangre
- Gradilla
- Kits para medir los parámetros de “glucosa, colesterol, HLD, LDL, triglicéridos”.
- Cuchillo
- Fundas de aluminio
- Empaques de cartón
- Papel aluminio
- Crisoles de porcelana
- Matraz
- Matraz de bola fondo plano
- Matraz Kitazato
- Pizeta
- Placas petrifilm
- Varillas de agitación

Reactivos:

- Hexano
- Cloruro de sodio
- Agua destilada
- *Artemia salina*
- Levadura
- DMSO
- Solución fisiológica
- Pentobarbital sódico al 0,8%
- Extracto lipídico de Sangorache
- Progesterona
- Aceite de oliva

- Atrovastatina capsula de 20mg de concentración
- Solución salina isotónica
- Ácido cítrico
- Éter
- Sulfato de potasio o sulfato de sodio
- Sulfato cúprico
- Hidróxido de sodio
- Ácido sulfúrico
- Solución indicadora de rojo de metilo al 1 % en etanol.
- Ácido bórico al 3 %
- Antiespumante
- Alcohol etílico
- Ácido clorhídrico

Equipos:

- Molino
- Soxhlet
- Balanza
- Rotavapor
- Bomba de vacío
- Estufa
- Centrifuga
- Bomba de oxígeno
- Chiflera
- Deshidratador solar
- Selladora
- Micropulverizador
- Autoclave
- Determinador de humedad
- Mufla
- Desecador

- Digestor de Kjeldahl
- pHmetro
- Contador de colonias

2.6.PROCESAMIENTO

2.6.1. OBTENCIÓN DEL EXTRACTO LIPÍDICO DE SANGORACHE

Para obtener el extracto lipídico de Sangorache se utilizó de Soxhlet-OfficialMethods of Analysis A.O.A.C. 15th Edition, U.S.A.(1990).

- Moler el grano de Sangorache, de manera que se obtenga harina homogénea.
- Colocar la harina en dedales previamente elaborados a base de papel filtro y pesar los dedales para el cálculo del rendimiento.
- Sellar los dedales con algodón, de manera que se evite derrames de la muestra.
- Poner los dedales en un frasco de vidrio con 250 ml de hexano durante un periodo de 6 días, para que se lleve a cabo el proceso de maceración.
- Pesar el balón de extracción para el posterior cálculo del rendimiento.
- Colocar la muestra en el equipo de Soxhlet durante 1 o 2 horas.
- Poner la muestra en el rotavapor con la finalidad de eliminar el hexano restante.
- Ubicar el balón con la grasa en la estufa a 103°C durante 10 min, dejar que se enfríe en un desecador y pesar.
- Calcular la grasa total mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ de grasa cruda: } \frac{\text{Peso del balón con grasa} - \text{peso del balón tarado}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

2.6.2. BIOENSAYO DE TOXICIDAD DEL EXTRACTO LIPÍDICO DE SANGORACHE EN ARTEMIA SALINA

Uno de los biomodelos más utilizados en las etapas preliminares de la investigación fotoquímica, es el bioensayo de letalidad frente a *Artemia Salina*, desarrollada en 1982 por Meyer y Col. El procedimiento consiste en exponer compuestos activos y/o extractos de plantas a nauplios de *Artemia salina*, para determinar valores de dosis letal 50 (CL50), expresada en g/ml. Sin embargo, los valores obtenidos de CL50, no advierten una actividad fisiológica o biológica en particular; son indicadores de toxicidad a nivel celular que pueden orientar investigaciones más específicas (Sánchez & Neira, 2005).

Día 1

- Preparación de agua de mar mediante la disolución 3,8 g de sal en 100 ml de agua destilada y su posterior filtrado.
- Se prepara el alimento disolviendo 0,6 g de levadura en 100 ml de agua destilada.
- Se coloca 350 ml de agua de mar en un Erlenmeyer y se adiciona 50 mg de huevos de *Artemia salina*. Se instala una fuente de luz artificial además de una bomba de oxígeno con burbujeo lento.

Día 2

- A un Erlenmeyer con agua de mar fresca se transfiere la mayor cantidad de nauplios vivos
- Se pesa 20 mg del extracto lipídico de sangorache.

Día 3

- Los 20 mg de extracto lipídico se disuelven en 0.5 ml de DMSO (Dimetilsulfóxido) y 1.5 ml de agua destilada.
- Se elabora disoluciones 1000, 100 y 10 y se transfiere a cada tubo 500, 50 y 5 ml respectivamente. Se prepara tres tubos para cada concentración.
- Se agrega 10 nauplios vivos a cada tubo, se aumenta agua hasta completar 50 ml y se añade levadura como alimento.

Día 4

- A las 24 horas se cuenta el número de nauplios vivos. Se calcula el porcentaje de letalidad para cada una de las concentraciones establecidas mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Letalidad} = \frac{TM}{TV} \times 100$$

Dónde:

TV: Número de nauplios vivos

TM: Número de nauplios muertos

Finalmente se calcula la DL₅₀ mediante la aplicación de la fórmula:

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

Dónde:

X₁ concentración inhibición Y₁ > 50%

X₂ = Concentración inhibición Y₂ < 50%

2.6.3. DETERMINACIÓN DE LA DOSIS LETAL 50 (DL 50) PARA EL EXTRACTO LIPÍDICO DE SANGORACHE.

La toxicidad aguda se refiere al desarrollo rápido de síntomas y efectos después de la aplicación de una dosis única relativamente alta (Arencibia, y otros, 2003).

- Tres días antes de la determinación pesar y separar 14 ratones que tengan de dos a tres meses de vida y un peso de aproximadamente de 20 a 40 g.

- Ubicar a los ratones de manera ascendente de acuerdo al peso y formar cuatro grupos de tres animales cada uno. Los dos animales restantes corresponden al blanco.
- A cada grupo se le administrará una dosis prueba diferente. Las dosis a utilizar serán 8, 16, 32 y 64 ml/Kg. A los dos animales correspondientes al BLANCO se les administrará la dosis más alta y la más baja, respectivamente.
- Calcular los ml a administrar mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\mathbf{mL\ de\ extracto\ a\ administrar} = \frac{\mathbf{Dosis\ (mL) \times\ Peso\ del\ Ratón\ (g)}}{100\ g}$$

- Los animales deben estar en ayunas al momento de la administración, por lo que se les retira el alimento 12 horas antes, manteniendo solamente el agua.
- La administración se realiza por vía oral, empleando una cánula adaptada a una jeringa. La cánula debe ser lubricada para evitar daños en el animal.
- Inmediatamente después de la administración los ratones deben ser sometidos a un periodo de observación durante las primeras 24 horas y diariamente durante los siete días posteriores.
- Se analiza el comportamiento de los animales; de acuerdo a los parámetros establecidos en la ficha de PAUTAS DE OBSERVACIÓN; con la finalidad de determinar si presentaban o no cambios de comportamiento, estas deben ser individuales.
- Se pesa a los animales pasando un día, durante el tiempo de experimentación. La alimentación proporcionada debe ser la habitual (peletizado, agua).
- Una vez finalizado el periodo de experimentación los animales son sacrificados y diseccionados, permitiéndose así comprobar el estado de los órganos y la comparación con los órganos de los animales del grupo BLANCO.

2.6.4. INDUCCIÓN DE LA PATOLOGÍA Y ADMINISTRACIÓN DEL ACEITE A LOS ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN

2.6.4.1. INDUCCIÓN DE LA PATOLOGÍA

Se utilizaron 20 ratones hembras cepa *Mus musculus*, con un peso corporal de 45-50g, 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 12×12h
- 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 se distribuyen al azar en 6 grupos con 7 ratones cada uno, se colocan en jaulas individuales y previo a la inducción de patologías se toma muestras de sangre para determinar las condiciones basales de glucosa, colesterol, HDL, LDL y triglicéridos.

Para la toma de muestras de sangre los animales son sedados mediante la utilización de pentobarbital sódico al 0.08%; con un tubo capilar se extrae la sangre del plexo retroorbital y se coloca en tubos. Los análisis fueron realizados en el laboratorio clínico de la Dra. Verónica Cantuñade la ciudad de Riobamba.

Luego de esto se indujo la patología mediante la administración de una alimentación hipercalórica (huevos fritos en manteca de choncho, peletizado refrito en manteca y agua azucarada) aparte de la habitual, durante 2 meses consecutivos, más vía intraperitoneal se les administra progesterona (10 mg/kg de peso) en tres dosis inicial, primer mes y segundo mes.

Al finalizar el proceso de inducción de la patología, se mantiene a los animales en un periodo de doce horas de ayuno para realizarla segunda toma de muestras de sangre con la finalidad de evidenciar que los animales han sido inducidos a niveles altos de glucosa, colesterol, HDL, LDL y triglicéridos.

2.6.4.2.ADMINISTRACIÓN DEL ACEITE A LOS ANIMALES CON PATOLOGÍA INDUCIDA:

Luego de verificar que los animales presentan altos niveles de glucosa, colesterol, HDL, LDL y triglicéridos, se procede a la administración de los distintos tratamientos: aceite de Sangorache, aceite de oliva y atorvastatina vía oral, todos los días a una hora determinada durante un mes.

La cantidad de aceite de Sangorache a ser administrada se calcula en base al peso de los animales y la dosis segura (1ml/Kg).

Finalmente se somete a los animales a un ayuno de 12 horas, luego del cual se procede a tomar la tercera muestra de sangre, para verificar si el tratamiento a base de aceite de Sangorache funciona y comparar cuál de los tratamientos administrados reporta los mejores resultados.

CAPITULO III

3. RESULTADOS:

3.1. EVALUACIÓN DEL EXTRACTO LIPÍDICO:

Para la obtención del extracto lipídico de Sangorache se utilizó de Soxhlet-OfficialMethods of Analysis A.O.A.C. 15th Edition, U.S.A. (1990), consiguiendo los resultados expuestos en la tabla 13.

Tabla 7: Análisis del extracto lipídico de Sangorache

Extracto	PARÁMETROS			
	Rendimiento	Color	Olor	Aspecto
Extracto lipídico de Sangorache	6,48%	Café	Característico al Sangorache	Ligeramente Turbio

Fuente: Autor.

La muestra de Sangorache proporcionada por el INIAP fue de excelente calidad. Se partió de 200 g de muestra molina y se sometió a maceración en hexano con la finalidad de proteger las sustancias termolábiles y disminuir el tiempo de extracción. Se realizó el cálculo del rendimiento y un análisis organoléptico obteniendo resultados satisfactorios en ambos casos.

El análisis del perfil lipídico del extracto reportó los siguientes resultados:

El aceite de Sangorache presenta un contenido de ácido linoleico (44-46%) similar al aceite de oliva. Bajo contenido de ácidos grasos saturados, esteárico (3,88%), mirístico (0,25%) y mayor contenido de ácido palmítico (18,38%) que la quinua y el chocho. Ácidos grasos insaturados: 72,89%, nivel próximo al aceite de soya. Ácidos grasos linoleico y linolénico: 45,16%(Villacrés, Pástor, Zambrano, & Morales, 2013).

En cuanto al contenido de tocoferoles: El Sangorache posee 53,5ppm de Alfa tocoferol; 569,55 ppm de Beta tocoferol y 218 ppm de Delta tocoferol (Villacrés, Pástor, Zambrano, & Morales, 2013).

3.2. BIOENSAYO DE TOXICIDAD DEL EXTRACTO LIPÍDICO DE SANGORACHE EN *Artemia salina*:

El presente bioensayo fue llevado a cabo con la finalidad de establecer si el extracto lipídico de Sangorache presenta citotoxicidad además de direccionar la investigación al momento de establecer las DL50.

Mediante la aplicación de las fórmulas establecidas en el apartado de metodología se obtuvieron los resultados expuestos en la tabla 14.

Tabla 8: Resultado del Bioensayo en *Artemia salina*

MUESTRA	C ug/ml	MUERTOS	VIVOS	LETALIDAD (%)	LOG DL 50 ug/ml	DL 50 ug/ml
Extracto lipídico de Sangorache	1000	2	8	25	3.000	1000
	100	2	8	25		
	10	0	10	0		

Fuente: Autor

Mediante la comprobación de los resultados obtenidos con la tabla de Clasificación de toxicidad según CYTED (Tabla 15), podemos establecer que el extracto lipídico de Sangorache es Prácticamente no tóxico.

Tabla 9: Clasificación toxicidad según CYTED

I	Extremadamente tóxico	1-10	µg/ml
II	Altamente tóxico	10-100	µg/ml
III	Moderadamente tóxico	100-500	µg/ml
IV	Ligeramente tóxico	500-1000	µg/ml
V	Prácticamente no tóxico	1000-1500	µg/ml
VI	Relativamente inocuo	>1500	µg/ml

Fuente: CYTED

3.3. EVALUACIÓN DE LA DOSIS LETAL (DL 50)

Para llevar a cabo la experimentación se utilizaron 14 ratones que fueron divididos en cinco grupos. A cuatro de los cuales se les administró el aceite de Sangorache, mientras que al quinto grupo solamente suero fisiológico correspondiendo así al BLANCO.

Los ml a administrarse (Tabla 16) fueron calculados en base a la fórmula establecida en el apartado de metodología.

Tabla 10: Cálculo de los ml de aceite de Sangorache administrados.

Código del ratón	Peso (g)	Dosis prueba ml/Kg	ml teóricos	ml administrados
1	30,7	64	1,9648	2
2	31,0	64	1,9840	2
3	30,0	64	1,9200	2
4	29,9	32	0,9568	1
5	29,0	32	0,9280	1
6	29,2	32	0,9344	1
7	28,7	16	0,4592	0,5
8	27,2	16	0,4352	0,4
9	26,9	16	0,4304	0,4
10	25,5	8	0,2040	0,2
11	26,9	8	0,2152	0,2
12	25,2	8	0,2016	0,2
13	29,3	64	1,8752	2
14	25,4	8	0,2032	0,2

Fuente: Autor

Tabla 11: Resultado de la determinación de la DL 50

MUESTRA	DOSIS (mL/kg)	MORTALIDAD
Extracto lipídico Sangorache	64	0/3
	32	0/3
	16	0/3
	8	0/3

Fuente: Autor

La dosis prueba más alta (64ml/Kg) no fue letal pero provocó en los ratones efectos secundarios tales como disminución de la actividad motora, ataxia, pérdida del reflejo de enderezamiento, diarrea, pasividad, disminución de la actividad prensil, del reflejo corneal, de equilibrio y de la actividad neuromuscular.

Las siguientes dosis prueba (32, 16, 8), provocaron en los animales cambios de comportamiento, tales como:

- La dosis prueba 32 ml/Kg presentó disminución de la actividad motora en un 35% de la población y pasividad en el 67% durante la primera hora posterior a la administración.
- Mientras que la dosis prueba 16 mL/Kg presentó disminución de la actividad motora en un 35% de la población y pasividad en el 100% durante las 24 horas posteriores a la administración.
- Finalmente la dosis prueba 8 mL/Kg presentó disminución de la actividad motora en un 35% de la población y pasividad en el 100% durante la primera hora posterior a la administración.

Con relación al resto de parámetros no se presentaron cambios en los animales administrados con las dosis prueba 32, 16 y 8 ml/Kg.

En cuanto al peso no hubo variación significativa durante los siete días de experimentación (Tabla 18).

Tabla 12: Peso de los animales en experimentación

CÓDIGO DEL RATÓN	TIPO DE EXTRACTO ENSAYADO	DOSIS mL/Kg	PESO (g) DÍA 0	PESO (g) DÍA 1	PESO (g) DÍA 3	PESO (g) DÍA 5	PESO (g) DÍA 7	\bar{X}_P	PROMEDIO PESO
1	Extracto lipídico de Sangorache	64	30,7	30,6	31,0	31,2	31,8	155,3	31,06
2		64	31,0	28,4	29,9	30,3	29,3	148,9	29,8
3		64	30,0	30,6	31,8	31,9	31,7	156,0	31,2
4		32	29,9	27,1	28,5	29,8	27,7	143,0	28,6
5		32	29,0	28,2	30,5	29,6	29,9	147,2	29,4
6		32	29,2	28,1	29,0	29,4	29,9	145,6	29,1
7		16	28,7	28,8	29,1	30,0	30,5	147,1	29,4
8		16	27,2	26,6	29,5	30,6	29,4	143,3	28,7
9		16	26,9	24,4	27,9	28,4	27,8	135,4	27,1
10		8	25,5	23,9	26,0	25,4	25,8	126,6	25,3

11		8	26,9	24,4	27,8	27,3	27,0	133,4	26,7
12		8	25,2	25,1	25,1	26,3	27,7	129,4	25,9
B1		64	29,3	28,3	29,2	29,4	29,5	145,7	29,1
B2		8	25,4	25,0	26,3	29,9	29,1	135,7	27,1

Fuente: Autor

Una vez que se ha llevado a cabo la disección y comparación entre órganos, se obtuvieron los resultados expuestos en la Tabla 19.

Tabla 13: Comparación de los órganos

TRATAMIENTO	DOSIS mL/Kg	PESO			CARACTERÍSTICAS
		BAZO	RIÑONES	HÍGADO	ESTÓMAGO
BLANCO	64	0,1	0,4	1,5	Rosado sin inflamación
EXTRACTO LIPÍDICO DE SANGORACHE	64	0,1	0,2	1,1	Pálido; mucosa desgastada.
	32	0,1	0,4	1,6	Rosado sin inflamación
	16	0,1	0,2	1,2	Rosado sin inflamación
	8	0,1	0,4	1,4	Rosado sin inflamación

Fuente: Autor

3.4.EVALUACIÓN DE LA INDUCCIÓN DE LA PATOLOGÍA Y ADMINISTRACIÓN DEL ACEITE A LOS ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN

Para llevar a cabo la inducción de la patología y la administración del aceite los animales seleccionados fueron divididos en cinco grupos (Tabla 22), dependiendo del tratamiento a recibir.

Tabla 14: Clasificación de ratones

GRUPO	CÓDIGO	TRATAMIENTO
Control negativo 1	C.1	Blanco
Control negativo 2	C.2	Sin tratamiento
Control positivo	C.3	Aceite de oliva
Sangorache	S.4	Aceite de sangorache
Atorvastatina	AT.5	Atorvastatina

Autor

Previo al proceso de inducción se tomó muestras de sangre de los animales con la finalidad de conocer los niveles basales de glucosa, colesterol, triglicéridos, HDL y LDL (Tabla 24).

3.4.1. RESULTADOS DE LA INDUCCIÓN DE LA PATOLOGÍA EN LOS ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN

El grupo C.1 corresponde al BLANCO por lo que no fue inducido a la patología. La inducción se llevó a cabo mediante la administración de una dieta hipercalórica además de progesterona en tres dosis inicial, intermedia y final.

La dosis de progesterona utilizada fue 10 mg/Kg. El cálculo de los ml a ser administrados se realizó en base al peso de los animales como se muestra en a tabla 23.

Tabla 15: ml de progesterona administrados

Código del animal	Concentración (mg)	Dosis (mg/Kg)	Peso ratón (Kg)	volumen de la administración (ml)
C.1.1	BLANCO			
C.1.2	BLANCO			
C.1.3	BLANCO			
C.2.1	50	10	0.03	0.007
C.2.2	50	10	0.03	0.007
C.2.3	50	10	0.03	0.007
C.2.4	50	10	0.03	0.006
C.2.5	50	10	0.03	0.006
C.3.1	50	10	0.03	0.006
C.3.2	50	10	0.03	0.006
C.3.3	50	10	0.03	0.006
C.3.4	50	10	0.03	0.006
C.3.5	50	10	0.03	0.006
C.3.6	50	10	0.03	0.006
S.4.1	50	10	0.03	0.007

S.4.2	50	10	0.04	0.007
S.4.3	50	10	0.03	0.007
S.4.4	50	10	0.03	0.007
S.4.5	50	10	0.04	0.007
S.4.6	50	10	0.04	0.007
AT.5.1	50	10	0.03	0.006
AT.5.2	50	10	0.03	0.007
AT.5.3	50	10	0.03	0.006
AT.5.4	50	10	0.03	0.006
AT.5.5	50	10	0.03	0.006
AT.5.6	50	10	0.04	0.007

Autor

Una vez finalizada la inducción a la patología los animales fueron sometidos a exámenes de sangre por segunda ocasión, con la finalidad de determinar los nuevos niveles de glucosa, colesterol, triglicéridos, HDL y LDL (Tabla 24).

Tabla 16: Niveles iniciales e intermedios del perfil lipídico y glucémico de los ratones en experimentación

CÓDIGO	GLUCOSA (mg/dl)		COLESTEROL TOTAL (mg/dl)		TRIGLICERIDOS (mg/dl)		HDLc (mg/dl)		LDLc (mg/dl)	
	Condiciones iniciales	Condiciones intermedias	Condiciones iniciales	Condiciones intermedias	Condiciones iniciales	Condiciones intermedias	Condiciones iniciales	Condiciones intermedias	Condiciones iniciales	Condiciones intermedias
C.1.1	137.55	137.55	135.45	135.45	120.21	120.21	54.14	54.14	45.65	45.65
C.1.2	131.25	131.25	132.23	130.23	122.31	125.36	53.85	53.85	49.32	51.23
C.1.3	135.23	135.23	139.32	139.32	125.54	125.54	54.58	54.58	42.54	42.54
C.2.1	140.21	255.02	125.36	298.35	93.25	192.56	62.59	40.23	45.98	131.25
C.2.2	148.25	252.32	123.32	293.85	95.35	185.47	68.54	42.28	45.45	134.52
C.2.3	145.22	253.25	124.32	292.32	95.25	195.32	62.23	45.13	42.54	135.26
C.2.4	142.32	250.78	128.21	290.32	98.23	195.74	65.23	45.32	45.23	134.58
C.2.5	141.54	250.32	125.21	295.32	95.23	193.32	69.23	41.15	42.23	139.23
C.3.1	98.23	238.54	123.55	296.32	111.23	262.32	52.32	54.54	65.23	158.56
C.3.2	97.15	230.24	125.23	286.32	112.32	275.32	59.54	56.54	68.24	154.56
C.3.3	95.25	236.65	124.61	295.32	115.54	265.55	54.23	52.65	67.56	153.32
C.3.4	92.23	223.35	124.23	285.23	110.21	265.23	53.26	64.56	65.54	152.22
C.3.5	95.23	226.35	123.32	295.32	112.23	268.23	52.48	53.12	68.23	156.32
C.3.6	98.23	235.23	120.23	282.45	108.65	263.44	54.56	54.24	62.11	154.23
S.4.1	92.14	225.32	113.23	265.32	100.16	277.00	69.73	47.56	34.46	160.11

S.4.2	91.23	232.00	114.73	260.23	102.32	268.56	61.43	43.65	30.26	164.23
S.4.3	95.87	235.23	112.32	244.23	106.32	280.22	60.23	45.98	30.26	159.23
S.4.4	98.23	230.23	117.23	278.56	110.24	275.54	65.10	50.23	20.76	158.23
S.4.5	92.68	230.56	113.18	260.20	107.23	275.23	63.24	40.24	23.86	165.23
S.4.6	95.23	235.23	114.46	264.23	102.11	279.15	77.48	45.23	34.57	161.00
AT.5.1	85.00	242.32	118.23	274.23	95.64	247.00	75.23	63.25	33.54	158.42
AT.5.2	95.23	255.23	96.25	284.75	95.54	248.23	65.68	60.15	32.23	164.12
AT.5.3	84.00	265.22	93.55	285.12	98.22	242.87	68.23	64.87	29.12	157.12
AT.5.4	98.00	245.32	125.25	278.00	95.15	248.12	62.32	49.18	25.64	154.78
AT.5.5	94.23	254.23	96.32	274.87	100.32	245.75	65.56	54.87	30.15	143.28
AT.5.6	94.00	256.32	118.25	289.32	86.54	240.23	68.54	56.48	32.65	165.78

Autor

Los animales correspondientes al grupo C.1 mantuvieron constantes los niveles de perfil lipídico y glucémico, debido a que no fueron inducidos a la patología, es decir no se les administró la dieta hipercalórica ni la progesterona, se alimentaron únicamente con pelletizado y agua a libre demanda. El resto de los animales tuvo un aumento notable de glucosa, colesterol, LDL y triglicéridos y un descenso en los niveles de HDL, esto debido a la alimentación rica en grasas saturadas que se les proporcionó así como también a la progesterona administrada.

3.4.2. RESULTADO DE LA ADMINISTRACIÓN DEL ACEITE A LOS ANIMALES CON PATOLOGÍA INDUCIDA

Una vez se han obtenido los resultados esperados en la inducción de la patología se procede a administrar los distintos tratamientos.

En cuanto al aceite de Sangorache, la dosis segura utilizada fue 1ml/Kg, el cálculo de los ml a administrarse (Tabla 25) se realizó en base al peso de los animales.

Tabla 17: ml de aceite de Sangorache administrados

Código del animal	Peso (g)	Peso (Kg)	Dosis prueba (ml/Kg)	ml administrados
C.1.1	45.2	0.0452	1	0.045
C.1.2	48.2	0.0482	1	0.048
C.1.3	46.6	0.0466	1	0.047
C.2.1	46.8	0.0468	1	0.047
C.2.2	45.9	0.04599	1	0.046
C.2.3	48.5	0.0485	1	0.049
C.2.4	46.8	0.0468	1	0.047
C.2.5	49.4	0.0494	1	0.049
C.3.1	47.9	0.0479	1	0.048
C.3.2	48.7	0.0487	1	0.049
C.3.3	47.8	0.0478	1	0.048
C.3.4	47.9	0.0479	1	0.048
C.3.5	45.9	0.0459	1	0.046
C.3.6	49.7	0.0497	1	0.050
S.4.1	49.0	0.049	1	0.049
S.4.2	49.4	0.0494	1	0.049
S.4.3	48.2	0.0482	1	0.048
S.4.4	47.0	0.047	1	0.047
S.4.5	45.6	0.0456	1	0.046
S.4.6	47.9	0.0479	1	0.048

AT.5.1	45.9	0.0459	1	0.046
AT.5.2	47.7	0.0477	1	0.048
AT.5.3	47.8	0.0478	1	0.048
AT.5.4	48.7	0.0487	1	0.049
AT.5.5	48.4	0.0484	1	0.048
AT.5.6	47.5	0.0475	1	0.048

Autor

Una vez finalizado este periodo los ratones fueron sometidos a pruebas de sangre por tercera ocasión con la finalidad de establecer el efecto que tuvieron los distintos tratamientos sobre los niveles de perfil lipídico y glucémico de los animales (Tabla 26).

Tabla 18: Niveles intermedios y finales del perfil lipídico y glucémico de los animales en experimentación

CÓDIGO	GLUCOSA (mg/dl)		COLESTEROL TOTAL (mg/dl)		TRIGLICERIDOS (mg/dl)		HDLc (mg/dl)		LDLc (mg/dl)	
	Condiciones intermedias	Condiciones finales	Condiciones intermedias	Condiciones finales	Condiciones intermedias	Condiciones finales	Condiciones intermedias	Condiciones finales	Condiciones intermedias	Condiciones finales
C.1.1	137.55	137.55	135.45	128.23	120.21	120.21	54.14	54.14	45.65	45.65
C.1.2	131.25	129.23	130.23	131.26	125.36	125.36	53.85	53.85	51.23	51.23
C.1.3	135.23	135.23	139.32	139.32	125.54	125.54	54.58	52.32	42.54	42.54
C.2.1	255.02	255.02	298.35	297.23	192.56	192.56	40.23	40.23	131.25	131.25
C.2.2	252.32	252.32	293.85	293.85	185.47	184.23	42.28	45.23	134.52	134.52
C.2.3	253.25	256.23	292.32	290.23	195.32	195.32	45.13	45.13	135.26	135.26
C.2.4	250.78	250.78	290.32	290.32	195.74	195.74	45.32	45.32	134.58	136.13
C.2.5	250.32	250.32	295.32	295.32	193.32	193.32	41.15	41.15	139.23	139.23
C.3.1	238.54	182.36	296.32	167.50	262.32	165.32	54.54	65.82	158.56	83.12
C.3.2	230.241	182.54	286.32	165.23	275.32	162.23	56.54	62.32	154.56	78.65
C.3.3	236.65	185.23	295.32	162.32	265.55	164.00	52.65	63.25	153.32	75.23
C.3.4	223.35	192.23	285.23	167.56	265.23	162.32	64.56	68.23	152.22	85.35
C.3.5	226.35	185.54	295.32	168.32	268.23	159.23	53.12	72.23	156.32	78.23
C.3.6	235.23	189.23	282.45	175.25	263.44	152.32	54.24	63.24	154.23	82.32
S.4.1	225.32	130.00	265.32	116.00	277.00	145.00	47.56	75.23	160.11	35.32
S.4.2	232.00	135.23	260.23	103.00	268.56	142.32	43.65	85.23	164.23	45.15

S.4.3	235.23	138.23	244.23	112.36	280.22	134.00	45.98	83.32	159.23	39.12
S.4.4	230.23	140.32	278.56	115.54	275.54	141.23	50.23	82.31	158.23	42.15
S.4.5	230.56	136.23	260.20	113.38	275.23	132.45	40.24	78.12	165.23	38.45
S.4.6	235.23	142.36	264.23	122.35	279.15	152.23	45.23	72.23	161.00	55.00
AT.5.1	242.32	196.33	274.23	142.32	247.00	153.35	63.25	56.25	158.42	112.32
AT.5.2	255.23	185.45	284.75	136.25	248.23	145.32	60.15	53.25	164.12	115.54
AT.5.3	265.22	186.65	285.12	143.36	242.87	148.23	64.87	54.21	157.12	128.54
AT.5.4	245.32	196.54	278.00	145.85	248.12	135.25	49.18	63.25	154.78	115.50
AT.5.5	254.23	186.54	274.87	135.65	245.75	136.23	54.87	52.51	143.28	120.31
AT.5.6	256.32	195.54	289.32	148.36	240.23	145.32	56.48	58.45	165.78	112.54

Autor

Se puede evidenciar que los niveles de glucosa, colesterol, triglicéridos y LDL disminuyeron en todos los casos, mientras que los niveles de HDL mejoraron con el tratamiento a base de aceite de Sangorache.

3.4.3. Análisis estadístico de los datos obtenidos

Los datos obtenidos gracias a los exámenes de sangre realizados a los animales fueron sometidos a análisis estadístico ANOVA, obteniendo los siguientes resultados:

- **Glucosa:**

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GLUCOSA (mg/dL)	9	0,99	0,99	1,71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5365,86	2	2682,93	310,65	<0,0001
TRATAMIENTOS	5365,86	2	2682,93	310,65	<0,0001
Error	51,82	6	8,64		
Total	5417,68	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,36235

Error: 8,6365 gl: 6

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Sangorache	137,07	3	1,70	A
Aceite oliva	186,19	3	1,70	B
Atorvastatina	191,18	3	1,70	B

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

El cuadro de ANOVA mostró significancia estadística entre tratamientos, por lo que fue necesario realizar la prueba de Tukey al 5%, esta determinó que el Tratamiento “Sangorache” se ubicó en el primer rango estadístico A, con un valor de 137,07 de glucosa.

- **Colesterol:**

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
COLESTEROL (mg/dL)	9	0,98	0,98	2,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4365,17	2	2182,59	173,81	<0,0001
TRATAMIENTOS	4365,17	2	2182,59	173,81	<0,0001
Error	75,34	6	12,56		
Total	4440,51	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,87760

Error: 12,5572 gl: 6

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Sangorache	113,77	3	2,05	A
Atorvastatina	141,97	3	2,05	B
Aceite Oliva	167,70	3	2,05	C

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

El cuadro de ANOVA mostró significancia estadística entre tratamientos, por lo que fue necesario realizar la prueba de Tukey al 5%, esta determinó que el Tratamiento “Sangorache” se ubicó en el primer rango estadístico A, con un valor de 113,77 de colesterol.

- **Triglicéridos**

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TRIGLICERIDOS (mg/dL)	9	0,87	0,82	2,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	683,05	2	341,52	19,75	0,0023
TRATAMIENTOS	683,05	2	341,52	19,75	0,0023
Error	103,77	6	17,29		
Total	786,82	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,41853

Error: 17,2948 gl: 6

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Sangorache	141,21	3	2,40	A
Atorvastatina	143,95	3	2,40	A
Aceite oliva	160,91	3	2,40	B

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

El cuadro de ANOVA mostró significancia estadística entre tratamientos, por lo que fue necesario realizar la prueba de Tukey al 5%, esta determinó que el Tratamiento “Sangorache” se ubicó en el primer rango estadístico A, con un valor de 141,21de triglicéridos.

- **LDL**

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LDLc (mg/dL)	9	0,99	0,99	3,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8420,74	2	4210,37	414,03	<0,0001
TRATAMIENTOS	8420,74	2	4210,37	414,03	<0,0001
Error	61,02	6	10,17		
Total	8481,75	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,98901

Error: 10,1693 gl: 6

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Sangorache	42,54	3	1,84	A
Aceite oliva	80,49	3	1,84	B
Atorvastatina	117,46	3	1,84	C

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

El cuadro de ANOVA mostró significancia estadística entre tratamientos, por lo que fue necesario realizar la prueba de Tukey al 5%, esta determinó que el Tratamiento “Sangorache” se ubicó en el primer rango estadístico A, con un valor de 42,54de LDL.

- HDL

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
HDLc (mg/dL)	9	0,95	0,93	4,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	807,84	2	403,92	52,77	0,0002
TRATAMIENTOS	807,84	2	403,92	52,77	0,0002
Error	45,92	6	7,65		
Total	853,77	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,93100

Error: 7,6541 gl: 6

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

Atorvastatina	56,32	3	1,60	A
Aceite oliva	65,85	3	1,60	B
Sangorache	79,41	3	1,60	C

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

El cuadro de ANOVA mostró significancia estadística entre tratamientos, por lo que fue necesario realizar la prueba de Tukey al 5%, esta determinó que el Tratamiento “Atorvastatina” se ubicó en el primer rango estadístico A, con un valor de 56,32 de HDL.

CAPITULO IV

4. DISCUSION

Dentro de un mundo tan acelerado como el que vivimos en la actualidad, una de las principales problemáticas se vuelve el tiempo que dedicamos a actividades tan simples como la alimentación, por lo que es más fácil consumir aquello que es más accesible para continuar con las diligencias diarias.

Esto ha hecho que la mala alimentación se degenera, no solo como un problema sino como una enfermedad en pleno siglo XXI, convirtiéndose en algo paradójico ya que a mayor desarrollada la sociedad mayores problemas de salud presente; incluso si existen investigaciones y tratamientos para los mismos. Las personas nos volvemos reacias a consumir cualquier tipo de alimento que sea muy difícil de preparar o peor aún medicamentos. Siendo hoy por hoy la obesidad considerada una pandemia por la OMS.

El estudio realizado determinó que el contenido del aceite de Sangorache beneficia a nuestra salud al abarcar todos los aspectos de la patología de obesidad, disminuyendo el colesterol dañino y azúcar de nuestro organismo.

Por ello la presente propuesta intenta combatir estas dos problemáticas, proporcionarle al consumidor como Ingeniero Agroindustrial un alimento que se encuentre al alcance de su mano; y siendo un alimento funcional mejore su salud sin convertirse en un problema consumirlo, sino más bien nos complazca hacerlo.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Mediante el análisis del perfil lipídico del Sangorache se determinó una alta presencia de ácidos grasos insaturados, ácido linoléico y linolénico, así como tocoferoles; los cuales son de interés dentro de la investigación ya que reportan un gran beneficio para la salud.
- El extracto lipídico del Sangorache no presentó mortalidad en ninguna de las concentraciones utilizadas para establecer DL50.
- La inducción de la patología fue exitosa puesto que se comprobó mediante análisis sanguíneos que los niveles del perfil lipídico así como del perfil glucémico de hembras jóvenes *mus musculus* aumentaron considerablemente.
- El efecto del extracto lipídico se evidenció mediante la disminución de los niveles de perfil lipídico y glucémico.
- Mediante la aplicación del análisis estadístico ANOVA post test TUKEY se determinó que el tratamiento a base de aceite de Sangorache reportó los mejores resultados.

5.2. RECOMENDACIONES

- Llevar a cabo trabajos que permitan determinar los distintos usos potenciales de la planta de Sangorache, una vez se ha dado a conocer el inmenso valor que posee.
- Plantear nuevas investigaciones con la finalidad de elaborar distintos alimentos funcionales a partir del extracto lipídico de Sangorache, debido a que no existe mucha información acerca del mismo y se ha evidenciado que reporta gran cantidad de beneficios.
- Elaborar proyectos productivos que permitan determinar la posibilidad de comercializar el aceite de Sangorache, como tal.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1. Título de la propuesta

Elaboración de un alimento funcional a base de chips de frutas deshidratadas impregnadas con aceite de *Amaranthushybridus L.*

6.2.Introducción

Hoy en día, la gente reconoce en mayor medida, que llevar un estilo de vida sano, incluida la dieta, puede contribuir a reducir el riesgo de padecer enfermedades y dolencias, y a mantener el estado de salud y bienestar. El apoyo que se está dando a la importancia de alimentos como las frutas, las verduras y los cereales integrales en la prevención de enfermedades, así como las últimas investigaciones sobre los antioxidantes dietéticos y sobre la combinación de sustancias protectoras en plantas, está contribuyendo a impulsar el desarrollo del mercado de los alimentos funcionales en todo el mundo (EUFIC, 2006).

La necesidad de contar con alimentos que sean más beneficiosos para la salud, también se ve apoyada por los cambios socioeconómicos y demográficos que se están dando en la población. El aumento de la esperanza de vida, que tiene como consecuencia el incremento de la población anciana y el deseo de gozar de una mejor calidad de vida, así como el aumento de los costes sanitarios, han potenciado que los gobiernos, los investigadores, los profesionales de la salud y la industria alimenticia busquen la manera de controlar estos cambios de forma más eficaz. Ya existen una gran variedad de alimentos a disposición del consumidor, pero en estos momentos la prioridad es identificar qué alimentos funcionales pueden mejorar la salud y el bienestar y reducir el riesgo o retrasar la aparición de importantes enfermedades, como las enfermedades cardiovasculares, el cáncer y la osteoporosis. Si los alimentos funcionales se combinan con un estilo de vida

sano, pueden contribuir de forma positiva a mejorar la salud y el bienestar (EUFIC, 2006).

6.3.Objetivos

6.3.1. General:

Elaborar un alimento funcional a base de chips de frutas deshidratadas impregnadas con aceite de *Amaranthushybridus L.*

6.3.2. Específicos:

- Elaborar chips de frutas deshidratadas a partir de manzana, fresa y uva.
- Impregnar el aceite de Sangorache en los chips de frutas deshidratadas de manera que se elabore el alimento funcional.
- Llevar a cabo análisis del alimento funcional elaborado.

6.4.Fundamentación Científico –Técnica

6.4.1. MANZANA:

Es el fruto del manzano, árbol de la familia de las rosáceas. La piel puede ser de color verde, amarilla o rojiza, y la pulpa, harinosa o crujiente, presenta un sabor que varía entre el agrio y el dulce. Contiene en su interior varias semillas de color marrón oscuro (MAGRAMA, 2011).

6.4.1.1.Composición nutricional de la manzana:

Desde el punto de vista nutritivo (Tabla 19) la manzana es una de las frutas más completas y enriquecedoras en la dieta y, su consumo habitual, en fresco, reporta grandes beneficios para la salud. Un 84% de su composición es agua, por lo que resulta muy refrescante e hidratante (Dolz, 2008).

Los glúcidos que contiene son predominantemente fructosa y en menor cantidad, glucosa y sacarosa. Tiene escasa cantidad de vitamina C y E que son importantes antioxidantes. Es rica en fitonutrientes: flavonoides y quercitina(EXPOFRUT , 2013).

Entre su contenido mineral sobresale el potasio, necesario para la transmisión, generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, e interviene en el equilibrio de agua fuera y dentro de la célula (Dolz, 2008).

Es rica en tanino que actúa como astringente y antiinflamatorio. Según como es consumida, puede actuar como laxante o astringente: Cruda y con piel es ideal para la constipación ya que se aprovecha la fibra insoluble de la piel para mejorar el tránsito intestinal. La fibra soluble como la pectina es muy benéfica para enlentecer el tránsito intestinal en las diarreas (EXPOFRUT, 2013).

Tabla 19: Composición nutricional de la manzana

Agua (%)	84.70
Energía (kcal)	54
Proteína (g)	0.3
Grasa total (g)	0.1
Carbohidratos (g)	14.6
Fibra dietética total (g)	1.3
Ceniza (g)	0.30
Calcio (mg)	4
Fosforo (mg)	8
Hierro (mg)	0.7
Tiamina (mg)	0.02
Riboflavina(mg)	0.02
Niacina (mg)	0.17
Vitamina C (mg)	8
Vitamina A (mg)	2
Ac. Grasos Mono-insaturado (g)	0
Ac. Grasos Poli-insaturados (g)	0.04
Ac. Grasos Saturados (g)	0.02
Colesterol (mg)	0
Potasio (mg)	90
Sodio (mg)	0
Zinc (mg)	0.05
Magnesio (mg)	-
Vitamina B6 (mg)	0.04
Vitamina B12 (mg)	0
Ácido fólico (mg)	0

Fuente: (INCAP, 2012)

6.4.1.2. Propiedades de la manzana:

- Gracias al abundante contenido de Quercetina, las manzanas pueden ayudar en la prevención del cáncer de próstata y proteger al cerebro de enfermedades degenerativas, como el Alzheimer y el Parkinson.
- Los fotoquímicos que se encuentran en la cáscara de esta fruta inhiben en un 43% el desarrollo del cáncer de colon.
- Los flavonoides y fitonutrientes presentes en las manzanas pueden reducir el riesgo de cáncer de pulmón.
- Comer dos manzanas diarias disminuye significativamente el colesterol malo.
- El polifenol; flavonoide presente en las manzanas; podría ayudar a evitar la descalcificación de las mujeres durante la menopausia.
- La fibra; tanto soluble como insoluble; contenida en la manzana ayuda en la disminución del colesterol, reduce el riesgo de endurecimiento de las arterias, de ataques al corazón y de apoplejía (Food and Drug Protection Division , 2010).

6.4.1.3. Manzana deshidratada:

La manzana deshidratada se obtiene una vez que se reduce el contenido de agua de la fruta fresca al 20%. Posee un alto valor nutritivo tal como se observa en la Tabla 20.

Tabla 20: Composición nutricional de la manzana deshidratada

Agua (%)	3.00
Energía (kcal)	346
Proteína (g)	1.32
Grasa total (g)	0.58
Carbohidratos (g)	93.53
Fibra dietética total (g)	12.40
Ceniza (g)	1.57
Calcio (mg)	19
Fosforo (mg)	55
Hierro (mg)	2.00
Tiamina (mg)	0.05
Riboflavina (mg)	0.13

Niacina (mg)	0.68
Vitamina C (mg)	2
Vitamina A (mg)	4
Ac. Grasos Mono-insaturado (g)	0.02
Ac. Grasos Poli-insaturados (g)	0.17
Ac. Grasos Saturados (g)	0.09
Colesterol (mg)	0
Potasio (mg)	640
Sodio (mg)	124
Zinc (mg)	0.29
Magnesio (mg)	22
Vitamina B6 (mg)	0.28
Vitamina B12 (mg)	0.00
Ácido fólico (mg)	0

Fuente: (INCAP, 2012)

6.4.1.4. Propiedades de la manzana deshidratada

Las propiedades de las manzanas deshidratadas son:

- Poseen vitamina C, ácido cítrico, oxálico, tartárico y málico, que permiten aumentar las defensas.
- Ayudan a adelgazar.
- Tienen un buen contenido de fibra por lo que permiten regular el tránsito intestinal, siendo efectivas contra el estreñimiento y la diarrea.
- Ayudan a combatir problemas de artritis, reumatismo, gota, diarrea, gastroenteritis y colitis.
- Limpian los dientes y fortalecen las encías.
- El consumo frecuente puede ayudar a disminuir los niveles de colesterol, por lo que resultan ser buenas para el corazón y la circulación.
- Poseen acción antiviral.
- Tienen pectina, misma que permite mantener los niveles de azúcar estables por lo que son recomendables para personas diabéticas.

6.4.2. FRESA

Pertenece a la familia de las rosáceas es un frutal muy apetecido para consumir en fresco o procesada en mermeladas, jugos, postres y bizcochos (Angulo, 2009).

6.4.2.1. Composición nutricional de la fresa:

La fresa presenta una composición nutricional muy rica (Tabla 21). Son frutas muy poco energéticas, cuyo principal componente —después del agua— lo constituyen los hidratos de carbono (con una cantidad moderada, alrededor del 7% de su peso), fundamentalmente: fructosa, glucosa y xilitol. También son una buena fuente de fibra. Son muy ricas en vitamina C, con un porcentaje incluso superior al que posee la naranja. Entre los minerales, los más elevados son hierro y yodo, seguidos del calcio, fósforo, magnesio, potasio y sodio. Las fresas contienen diversos ácidos orgánicos, entre los que destacan: el ácido cítrico, ácido málico, oxálico, y también contienen pequeñas cantidades de ácido salicílico. El color de la fresa es debido a unos pigmentos vegetales (flavonoides) conocidos como antocianinas. Éstas actúan como potentes antioxidantes. Las fresas constituyen una de las frutas con mayor capacidad antioxidante, la cual no sólo se debe a su contenido en antocianinas, sino también a la presencia en su composición de cantidades importante de polifenoles (ácido elágico) y de vitamina C (MAGRAMA, 2011).

Tabla 21: Composición nutricional de la fresa

Agua (%)	90.95
Energía (kcal)	32
Proteína (g)	0.67
Grasa total (g)	0.30
Carbohidratos (g)	7.68
Fibra dietética total (g)	2.00
Ceniza (g)	0.40
Calcio (mg)	16
Fosforo (mg)	24
Hierro (mg)	0.42
Tiamina (mg)	0.02
Riboflavina (mg)	0.02
Niacina (mg)	0.39
Vitamina C (mg)	59
Vitamina A (mg)	1
Ac. Grasos Mono-insaturado (g)	0.04
Ac. Grasos Poli-insaturados (g)	0.16
Ac. Grasos Saturados (g)	0.01
Colesterol (mg)	0
Potasio (mg)	153

Sodio (mg)	1
Zinc (mg)	0.14
Magnesio (mg)	13
Vitamina B6 (mg)	0.05
Vitamina B12 (mg)	0.00
Ácido fólico (mg)	0

Fuente:(INCAP, 2012).

6.4.2.2.Propiedades de la fresa:

La fresa posee fenoles, mimos que luchan contra muchas enfermedades inflamatorias, tales como la osteoartritis, el asma y la aterosclerosis, mediante la inhibición de la enzima ciclooxigenasa (COX) de la misma forma que lo hace la aspirina y el ibuprofeno.

La fresa contiene fibra dietética que ayuda a mantener una digestión normal, disminuye la presión arterial y frena la sobrealimentación. Gracias a la vitamina C, el ácido fólico y los flavonoides como la quercetina y el kaempferol, las fresas son una deliciosa defensa contra las células potencialmente cancerosas. La acción antioxidante de la vitamina C, hace que el consumo de la fresa sea beneficioso para la vista, piel, oídos y aparato respiratorio. Además, la alta cantidad de esta vitamina en la fruta puede ayudarnos a reducir los síntomas del resfriado y a combatir enfermedades como el estreñimiento y el hipertiroidismo, durante la menopausia ayuda a reducir los sofocos y otros síntomas de la menopausia.

La ingesta diaria de tres o más raciones de fresas puede disminuir en más de un tercio la posibilidad de contraer una enfermedad relacionada con la edad, es decir, la degeneración macular. Una taza de fresas contiene el 21% de la dosis diaria recomendada de manganeso, un nutriente esencial que actúa como un poderoso agente antioxidante y anti-inflamatorio, es también una fuente importante para los huesos, ya que ayuda en el desarrollo de los mismos y en el mantenimiento de una estructura ósea adecuada(Callón, 2002).

6.4.2.3.Fresa deshidratada

Se obtiene una vez que se somete a la fruta fresca a un proceso de secado, alcanzando así una reducción considerable de agua. El valor nutricional de la fresa deshidratada se detalla a continuación en la Tabla 22.

Tabla 22: Composición nutricional de la fresa deshidratada.

Agua (%)	31.18
Energía (kcal)	243
Proteína (g)	2.46
Grasa total (g)	0.49
Carbohidratos (g)	64.05
Fibra dietética total (g)	7.80
Ceniza (g)	1.82
Calcio (mg)	38
Fosforo (mg)	77
Hierro (mg)	2.71
Tiamina (mg)	0.04
Riboflavina (mg)	0.16
Niacina (mg)	1.93
Vitamina C (mg)	4
Vitamina A (mg)	122
Ac. Grasos Mono-insaturado (g)	0.23
Ac. Grasos Poli-insaturados (g)	0.11
Ac. Grasos Saturados (g)	0.04
Colesterol (mg)	-
Potasio (mg)	796
Sodio (mg)	18
Zinc (mg)	0.50
Magnesio (mg)	39
Vitamina B6 (mg)	0.16

Fuente: (INCAP, 2012)

6.4.2.4. Propiedades de la fresa deshidratada

Entre las propiedades de la fresa deshidratada, se puede citar:

- Excelente fuente de vitamina C, beta carotenos y vitamina E, que son antioxidantes por excelencia.
- Buen protector contra el cáncer, artritis y anemia.
- Ayuda a combatir a gota, esto debido a que ayuda al cuerpo a eliminar el exceso de ácido úrico.
- Contiene un ácido que neutraliza los efectos cancerígenos del humo del tabaco.

- Ayudan en el tratamiento de la tensión alta y han sido utilizadas en medicina natural para limpiar y purificar el aparato digestivo.

6.4.3. UVA

Fruto de la vid, arbusto trepador de la familia de las vitáceas. Se trata de un fruto en baya redonda, pequeña y jugosa, que crece formando racimos —de unos pocos hasta más de cien frutos agrupados (MAGRAMA, 2011)

6.4.3.1. Composición nutricional de la Uva

La composición nutricional de las uvas (Tabla 23) puede variar ligeramente según se trate de uvas blancas o negras. En general, su aporte en hidratos de carbono es mayor que en otras frutas, por eso proporcionan mucha energía. Son hidratos de carbono de fácil asimilación como la glucosa, la fructosa, sacarosa, dextrosa y levulosa. También contiene cantidades apreciables de fibra fundamentalmente de tipo soluble, vitaminas tales como B6 y ácido fólico y en cuanto a minerales posee potasio (MAGRAMA, 2011).

Tabla 23: Composición nutricional de la uva

Agua (%)	81.60
Energía (kcal)	68
Proteína (g)	0.60
Grasa total (g)	0.70
Carbohidratos (g)	16.70
Fibra dietética total (g)	-
Ceniza (g)	0.40
Calcio (mg)	12
Fosforo (mg)	15
Hierro (mg)	0.90
Tiamina (mg)	0.05
Riboflavina (mg)	0.04
Niacina (mg)	0.50
Vitamina C (mg)	3
Vitamina A (mg)	2
Ac. Grasos Mono-insaturado (g)	0.02
Ac. Grasos Poli-insaturados (g)	0.13
Ac. Grasos Saturados (g)	0.19
Colesterol (mg)	0

Potasio (mg)	185
Sodio (mg)	2
Zinc (mg)	0.05
Magnesio (mg)	-
Vitamina B6 (mg)	0.11
Vitamina B12 (mg)	0.00
Ácido fólico (mg)	4

Fuente: (INCAP, 2012)

6.4.3.2. Propiedades de la uva

Múltiples estudios muestran que los fitonutrientes presentes en la uva y el vino pueden tener un efecto preventivo frente a enfermedades degenerativas como las cardiovasculares, ciertos tipos de cáncer, trastornos neurodegenerativos, e incluso patologías como las cataratas. Entre los compuestos implicados están los compuestos fenólicos, destacando los estilbenos (resveratrol) y los flavonoides. Algunos autores indican que, tanto la uva negra como el vino tinto, poseen una mayor cantidad de fitonutrientes que las otras variedades de uva y vino, pudiendo contribuir mejor a la prevención de las enfermedades degenerativas (MAGRAMA, 2011).

6.4.3.3. Uva deshidratada

Las uvas deshidratadas conocidas también como pasas, son el producto de la deshidratación de uvas sanas. Poseen importantes propiedades y beneficios para la salud debido a su composición nutricional (Tabla 24).

Tabla 24: Composición nutricional de la uva deshidratada

Agua (%)	15.43
Energía (kcal)	299
Proteína (g)	3.07
Grasa total (g)	0.46
Carbohidratos (g)	79.18
Fibra dietética total (g)	3.70
Ceniza (g)	1.85
Calcio (mg)	50
Fosforo (mg)	101
Hierro (mg)	1.88
Tiamina (mg)	0.11

Riboflavina (mg)	0.13
Niacina (mg)	0.77
Vitamina C (mg)	2
Vitamina A (mg)	0
Ac. Grasos Mono-insaturado (g)	0.05
Ac. Grasos Poli-insaturados (g)	0.04
Ac. Grasos Saturados (g)	0.06
Colesterol (mg)	0
Potasio (mg)	749
Sodio (mg)	11
Zinc (mg)	0.22
Magnesio (mg)	32
Vitamina B6 (mg)	0.17
Vitamina B12 (mg)	0.00
Ácido fólico (mg)	0

Fuente: (INCAP, 2012)

6.4.3.4. Propiedades de la uva deshidratada:

Las uvas deshidratadas o uvas pasas son una gran fuente de energía; debido a que contienen altas dosis de hidratos de carbono; por lo que su consumo es muy recomendable en deportistas y personas que mantienen una alta actividad.

Poseen un alto contenido de potasio, necesario para mantener un perfecto funcionamiento del organismo ya que ayuda a eliminar líquidos del cuerpo y a mantener los tendones y articulaciones a raya pues evita la aparición de calambres.

La fibra también forma parte de las pasas, y es necesaria para mantener un perfecto tránsito intestinal, a la vez ayuda a eliminar toxinas y sustancias de desecho del organismo. También son una buena ayuda para mejorar la circulación sanguínea y evitar la formación de coágulos. Las pasas, al igual que las uvas, son una buena fuente de antioxidantes (Vitónica, 2009).

6.5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

6.5.1. DESHIDRATACIÓN DE LAS FRUTAS:

El proceso de deshidratación se llevó a cabo mediante la utilización de un Deshidratador Solar, las frutas seleccionadas fueron manzana, fresa y uva, estas fueron adquiridas en los mercados locales.

- Recepción de la materia.
- Selección de la materia prima, se debe eliminar aquellas frutas que presenten daños mecánicos.
- Pesaje.
- Lavado, mediante la utilización de agua limpia potable.
- Pelado y descorazonado en el caso de la manzana se realiza mediante la utilización de un cuchillo. La uva debe ser arrancada del racimo manualmente.
- Pesaje.
- Picado, se lleva a cabo; para la manzana y la fresa; mediante la utilización de una chiflera que permite obtener rodadas homogéneas de 4 mm de espesor.
- Pesaje
- Aplicación del tratamiento antioxidante en la manzana para evitar el pardeamiento. Se debe disolver 30 g de ácido cítrico en un litro de agua potable. Las rodajas de manzana se sumergen durante 5 minutos en la solución y posteriormente se pesan.
- Las frutas se colocan en las bandejas del deshidratador. Los tiempos de deshidratado varían según la fruta.
- Una vez se han obtenido las características deseadas, las frutas deshidratadas son pesadas.
- Las frutas deshidratadas son mezcladas en porciones homogéneas y empacadas en fundas plásticas con cierre hermético.

6.5.2. IMPREGNACIÓN DEL ACEITE DE SANGORACHE EN LAS FRUTAS DESHIDRATADAS.

El proceso de impregnación permite recubrir y por lo tanto enriquecer a la fruta deshidratada con el aceite de sangorache, de manera que como producto final se obtiene un alimento funcional.

- Se pesa 50 g de fruta deshidratada mezclada y 9 g de aceite de Sangorache, es importante considerar que este no es absorbido en un 100%.

- Se esparce la fruta sobre una bandeja de aluminio.
- Mediante la utilización del aspersor y de la bomba de vacío se rocía el aceite sobre la fruta.
- Se voltea la fruta de manera que se impregne por los dos lados.
- Se coloca la fruta impregnada en la estufaa 40°C por un periodo de 30 min. Pasado este periodo se saca la fruta y se deja enfriar.
- El alimento funcional es empacado en fundas de aluminio y empaques de cartón.

6.5.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL ALIMENTO FUNCIONAL

La vida útil de un alimento es el periodo en el que puede mantenerse en condiciones de almacenamiento especificadas sin que pierda su seguridad y calidad óptimas. La vida útil de un alimento empieza desde el momento en que se elabora y depende de muchos factores como el proceso de fabricación, el tipo de envasado, las condiciones de almacenamiento y los ingredientes(EUFIC, 2013).

- Autoclavado de los materiales a utilizarse.
- Se toma una muestra homogénea del producto final a partir de la cual se realiza una dilución 1:10 (1 g de alimento funcional 9 ml de agua).
- Se rotula las pacas petrifilm.
- Para llevar a cabo la siembra se utiliza la campana de luz ultravioleta, una vez listos los materiales se levanta la lámina protectora de la placa petrifilm y se coloca 1 ml de la disolución en el centro la misma.
- La placa debe ser cubierta con mucho cuidado evitando la creación de burbujas.
- Se incuba las placas a 35°C por 24 h Aerobios mesófilos y coliformes totales y 72 h mohos – levaduras.

6.5.4. ANÁLISIS PROXIMAL DEL ALIMENTO FUNCIONAL

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 (FAO, 1993).

- **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).

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)

- **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).

Procedimiento:

1. En un crisol de porcelana que previamente se calcinó y se llevo 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.

Cálculo:

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

Dónde:

A = Peso del crisol con muestra (g)

B = Peso del crisol con ceniza (g)

C = Peso de la muestra (g)

- **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:

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 esté 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:

- Determine el H_2SO_4 consumido. 1 ml de ácido ° 1.4mg de Nitrógeno.
- Calcule el porcentaje de Nitrógeno en la muestra y conviértalo a porcentaje de proteína multiplicando el resultado por 6.25.
- 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.

- **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).

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 adiciónale 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 pizeta 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)

- **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 porcentos 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 (%)

- **Determinación de contenido de minerales:**

La determinación del contenido de minerales se lleva a cabo mediante la utilización del espectrofotómetro de llama, se analizó el contenido de macronutrientes: calcio, fósforo, magnesio, potasio y sodio y micronutrientes: Cobre, hierro, manganeso y zinc. Estos análisis fueron realizados con la colaboración del INIAP.

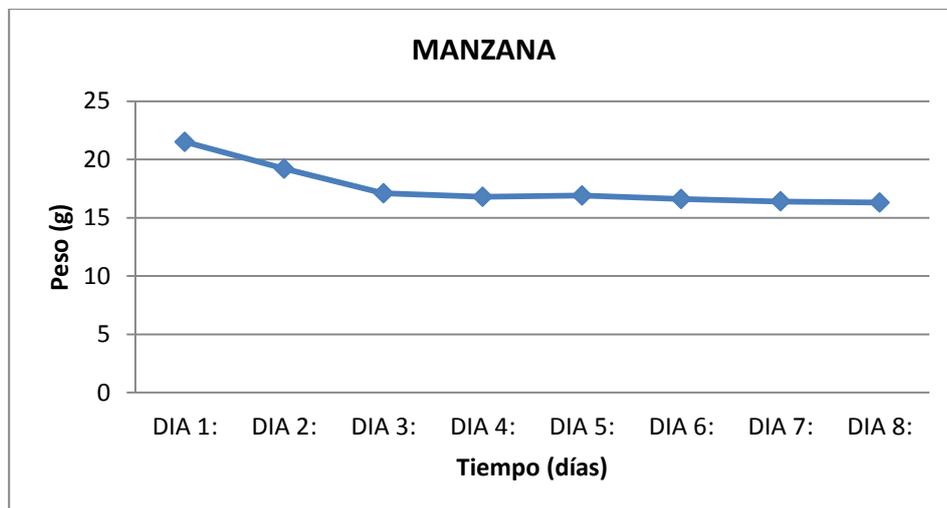
6.6.MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

6.6.1. Resultados de la deshidratación de frutas:

Se trabajó con tres tipos de frutas: manzana, fresa y uva. El proceso se llevó a cabo mediante la utilización de un deshidratador solar. Los tiempos así como el rendimiento variaron de acuerdo a la fruta.

Manzana

Gráfico 1: Curva de deshidratación de la manzana.



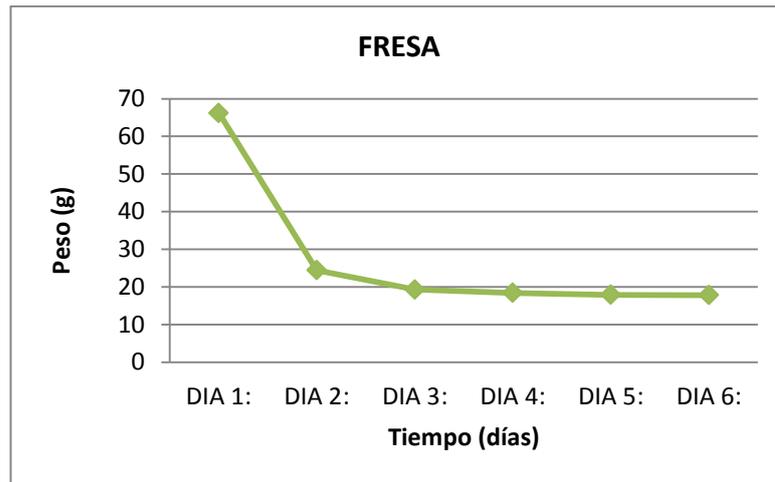
Fuente: Autor

El proceso de deshidratación de la manzana se llevó a cabo en un periodo de 8 días, luego de los cuales el porcentaje de humedad fue del 15%. Gracias a la

aplicación del tratamiento antioxidante se pudo controlar la oxidación y el pardeamiento. Se obtuvo un rendimiento del 10,58% en relación fruta fresca/fruta seca.

Fresa

Gráfico 2: Curva de deshidratación de la fresa

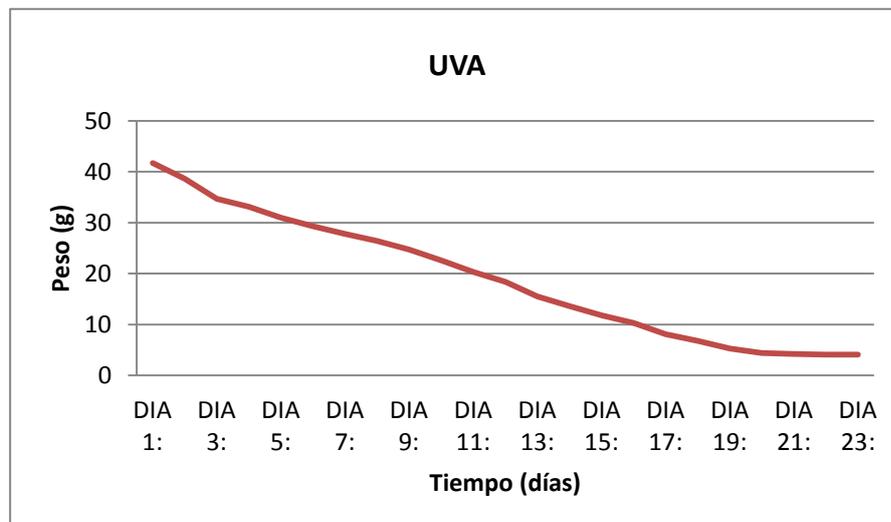


Fuente: Autor

La fresa se deshidrató en un periodo de 6 días, luego de los cuales el porcentaje de humedad fue del 12-15%. Se obtuvo un rendimiento del 10,63% en relación fruta fresca/fruta seca.

Uva

Gráfico 3: Curva de deshidratación de la uva



Fuente: Autor

El proceso de deshidratación de la uva duró un periodo de 23 días, luego de los cuales se obtuvo un rendimiento de 8,30%.

6.6.2. Resultados de la impregnación:

La impregnación se llevó a cabo mediante la utilización de un aspersor y de la estufa. Una vez finalizado el proceso de impregnación se obtuvo como resultado el alimento funcional, es decir los chips de frutas deshidratadas enriquecidos con aceite de Sangorache.

Se obtuvo también como resultado que el porcentaje de asimilación del aceite en la fruta es del 67%, debido a que una parte queda en el papel aluminio y otra se pulveriza en el ambiente.

6.6.3. Resultado del análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos fueron llevados a cabo con la finalidad de determinar el tiempo de vida útil del alimento funcional.

El producto terminado, que fue envasado en fundas de aluminio y empaques de cartón, se almacenó por un periodo de nueve meses a temperatura ambiente de $18\pm 3^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa ambiente del 55%.

Las muestras fueron tomadas a los 0, 3, 6 y 9 meses para realizar los respectivos análisis de coliformes totales, aerobios mesófilos, hongos y levaduras. Los resultados obtenidos se exponen en la tabla 25.

Tabla 25: Resultado de los análisis microbiológicos

Parámetro	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Aerobios mesófilos	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Coliformes Totales	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Hongos y levaduras	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Presencia

Autor

Gracias a la información obtenida a partir de los análisis podemos determinar que el tiempo de vida útil de las Frutas deshidratadas impregnadas con aceite de Sangorache es de 6 meses, puesto que al noveno mes se pudo constatar la presencia de hongos y levaduras.

6.6.4. Resultado del análisis proximal

Se llevó a cabo el análisis proximal del Alimento funcional mediante la utilización de la técnica establecida por la FAO, 1993. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 26: Análisis proximal del Alimento funcional

Humedad (%)	11,38
Cenizas (%)	2,58
E.E. (%)	1,02
Proteína (%)	2,93
Fibra (%)	6,95
E.L.N (%)	86,52
Ca^Ω (%)	0,27
Mg^Ω (%)	0,05
K^Ω (%)	1,70
Na^Ω (%)	0,01
Cu^Ω (ppm)	3
Fe^Ω (ppm)	38
Mn^Ω (ppm)	6
Zn^Ω (ppm)	7

Autor

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

Bibliografía

- Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. (2015). *Conoce la Grasa* . Obtenido de PlanCuídate+:
<http://www.plancuidatemas.aesan.msssi.gob.es/conocelagrassa/tipos-de-grasas.htm>
- Alvarado, N. (abril de 2011). EL AMARANTO, PROPIEDADES, USOS Y APLICACIÓN EN LA GASTRONOMÍA. Cuenca , Ecuador .
- American Heart Association. (2012). *¿Qué significan mis niveles de colesterol?* Obtenido de Respuestas del Corazón :
https://www.heart.org/idc/groups/heart-public/@wcm/@hcm/documents/downloadable/ucm_316249.pdf
- ANDES. (18 de mayo de 2015). *Ecuador promueve ante la ONU en Ginebra políticas adoptadas para enfrentar la obesidad*. Obtenido de Agencia Pública de Noticias del Ecuador :
<http://www.andes.info.ec/es/noticias/ecuador-promueve-ante-onu-ginebra-politicas-adoptadas-enfrentar-obesidad.html>
- Angulo, R. (2009). *FRESA Fragaria Ananassa*. Obtenido de Bayer CropScience:
http://www.cropscience.bayer.co/~-/media/Bayer%20CropScience/Peruvia n/Country-Colombia-Internet/Pdf/Cartilla-FRESA_baja.ashx
- Callón, J. (2002). *Fresa*. Obtenido de Los alimentos : <http://alimentos.org.es/fresa>
- Calvo, M. (1991). *BIOQUIMICA DE LOS ALIMENTOS*. Acribia.
- Calvo, S., Gómez, C., López, C., & Royo, M. (2012). *Nutrición, salud y alimentos funcionales*. Madrid.
- Comité de Alimentos Funcionales ILSI Argentina. (2006). “*Alimentos funcionales: Desde la Ciencia hacia la definición de un marco regulatorio*”.
- Cordero, O. (2012). “*La alimentación y su incidencia en el aprendizaje de los niños del primer año de educación básica de la Escuela Fiscal Mixta “Isidro Ayora”, del cantón Cuenca*”. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.:
http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2706/1/tebs_2012-488.pdf
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. (1999). *La deshidratación de las frutas. Métodos y posibilidades*. Colombia .
- Dolz, P. (2008). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE FRUTO EN MANZANO: ESTUDIO DE MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS DE ANÁLISIS*. Obtenido de Escuela Universitaria Politécnica :
<http://digital.csic.es/bitstream/10261/18601/1/Proyecto%20Pilar%20Dolz.pdf>
- Dulbecco, F. (2008). *Comprenda el colesterol* . Obtenido de California Pacific Medical Center : <http://www.cpmc.org/learning/documents/cholesterol-span.pdf>
- Durán, R., & Valenzuela, A. (junio de 2010). LA EXPERIENCIA JAPONESA CON LOS ALIMENTOS FOSHU ¿LOS VERDADEROS ALIMENTOS FUNCIONALES? *Revista chilena de nutrición*, 37(2), 224-233.
- El aceite. (2015). *Ácido oleico*. Obtenido de Aceite de Oliva:
<http://www.elaceite.net/acido-oleico/>

- El Telegrafo . (11 de enero de 2015). *Apuntalar la cultura alimenticia, prioridad escuelas y colegios de Riobamba*. Obtenido de [www.telegrafo.com.ec](http://www.telegrafo.com.ec/regionales/regional-centro/item/apuntalar-la-cultura-alimenticia-prioridad-escuelas-y-colegios-de-riobamba.html): <http://www.telegrafo.com.ec/regionales/regional-centro/item/apuntalar-la-cultura-alimenticia-prioridad-escuelas-y-colegios-de-riobamba.html>
- Equipo de ELIKA. (junio de 2011). *ALIMENTOS FUNCIONALES*. Obtenido de Elika para el consumidor : http://www.elika.eus/consumidor/es/etiquetado_alimentos_funcionales.asp
- EROSKI CONSUMER. (01 de mayo de 2010). *FRUTAS DESECADAS: pequeñas en tamaño pero grandes en nutrientes*. Obtenido de Alimentación Frutas Desecadas: <http://revista.consumer.es/web/es/20110501/pdf/alimentacion-2.pdf>
- 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/>
- EXPOFRUT . (2013). *MANZANA*. Obtenido de EXPOFRUT : http://www.expofrut.com.ar/PDF/ficha_manzana.pdf
- FAO. (2012). *Grasas y ácidos grasos en nutrición humana: Consulta de expertos*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/017/i1953s/i1953s.pdf>
- FDA. (2010). *Colesterol*. Obtenido de FDA Office of Women`s Health : <http://www.fda.gov/downloads/ForConsumers/ByAudience/ForWomen/FreePublications/UCM206243.pdf>
- Feliciano, J., & Sierra, I. (2008). *ELEVANDO EL COLESTEROL COLESTEROL HDL: ¿CUÁL ES LA MEJOR ESTRATEGIA?* *Revista da Associação Médica Brasileira*, 54(4), 369-376.
- Food and Drug Protection Division . (2010). *Manzanas* . Obtenido de North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services: <http://www.ncagr.gov/fooddrug/espanol/documents/Manzanas.pdf>
- Fundación EROSKI. (2001). *Antioxidantes naturales, los más recientes benefactores de la salud* . Obtenido de <http://revista.consumer.es/web/es/20011001/alimentacion/28095.php>
- Fundación EROSKI. (2015). *Componentes de los alimentos funcionales*. Obtenido de EROSKI CONSUMER: <http://www.consumer.es/alimentacion/aprender-a-comer-bien/alimentos-funcionales/que-son/01-02.php>
- Gallego, a. (2013). *Química Básica*. Madrid : Universidad Nacional de Educación a Distancia .
- Godoy, A., & Parra, M. (2012). *Nombre, Estructura y Propiedades de los Aminoácidos* . Obtenido de Bioquímica : <http://bioquimicatps.tumblr.com/post/48753452559/231-nombre-estructura-y-propiedades-de-los>
- Gómez, A. (2013). *SELECCIÓN DE UN PROCESO DE TRANSFORMACIÓN PARA LA DISMINUCIÓN DE COMPUESTOS ANTINUTRICIONALES EN EL GRANO Y HOJAS DE AMARANTO (AmaranthuscaudatusL.) Y SANGORACHE (AmaranthushybridusL.)*. Escuela Politécnica Nacional. Quito.
- Gómez, M., Medina, C., Salinas, H., Villacres, E., Barría, M., & Marín, S. (2014). *Evaluación del efecto inmunoestimulante de extracto del Amaranthus*

- hybridus L. y sus componentes en la activación de células linfoides. *Centro de Biotecnología, Vol. 3*(1), 73-81.
- Ignarro, L. (2015). *La verdad sobre las grasas*. Obtenido de Nutrición Herbalife : <http://salud.herbalife.com/es/articulos/coma-bien/la-verdad-sobre-las-grasas>
- INCAP. (2012). Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica. Guatemala. Obtenido de Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.
- INDESOL . (2011). *Una Vida Saludable sin Obesidad*. Obtenido de <https://www.savethechildren.mx/sites/savethechildren.mx/files/resources/manual%20una%20vida%20saludable%20sin%20obesidad.pdf>
- KARELOVIC, F. (2012). *INFLUENCIA DEL MÉTODO DE CONGELAMIENTO EN EL DAÑO MICROESTRUCTURAL DE ARÁNDANOS LIOFILIZADOS*. Obtenido de UNIVERSIDAD DE CHILE: http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2012/cf-karelovic_fm/pdfAmont/cf-karelovic_fm.pdf
- Latham, M. (2002). *NUTRICIÓN HUMANA EN EL MUNDO*. Roma. Obtenido de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/w0073s/W0073S01.pdf>
- Lirón, J. (2014). *Ácidos grasos Omega 3, Omega 6 y Omega 9: Propiedades beneficiosas para la salud*. Obtenido de Vida Sana: <http://www.vida-sana.com.es/acidoss-grasos-omega-3-omega-6-omega-9-propiedades-beneficiosas-para-la-salud/>
- Luján, G. (2013). *OPTIMIZACION DE LAS CONDICIONES DE ATOMIZACION DE PULPA DE POMELO*. Obtenido de UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.
- MAGRAMA. (2011). *Fresa*. Obtenido de Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, España.: http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/Fresa_tcm7-315364.pdf
- MAGRAMA. (2011). *Manzana*. Obtenido de Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, España: http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/manzana_tcm7-315337.pdf
- MAGRAMA. (2011). *Uva*. Obtenido de Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, España.: http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/uva_tcm7-315359.pdf
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (enero de 2013). *NUTRICIÓN Y EDUCACIÓN ALIMENTARIA* . Obtenido de Alimentos Argentinos – MAGyP: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/valorAr/Educa/Fic/Ficha_23_Fitoesteroles.pdf
- Montoya, S. (23 de mayo de 2011). *Amaranto, alegría de hoy y alimento del mañana*. Obtenido de Salud y Medicinas: <http://www.saludymedicinas.com.mx/centros-de-salud/nutricion/consejos-alimenticios/amaranto-alegria-de-hoy-y-alimento-del-manana.html>

- Mujica, A., Berti, M., & Izquierdo, J. (1997). *El cultivo del amaranto (Amaranthus spp.): producción, mejoramiento genético y utilización*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Nieto, C. (septiembre de 1989). *Una alternativa Agronómica para Ecuador*. Obtenido de Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Tropical Pichilingue-Ecuador.
- Nutri-Facts. (21 de mayo de 2012). *Ácidos grasos esenciales*. Obtenido de Todo sobre las vitaminas y más: http://www.nutri-facts.org/fileadmin/redacteur/pdf/PDF_At_a_Glance/ES/acidos_grasos_esenciales.pdf
- Ochoa, E., Ornelas, J., Ruiz, S., Ibarra, V., Pérez, J., Guevara, J., y otros. (2013). TECNOLOGÍAS DE DESHIDRATACIÓN PARA LA PRESERVACIÓN DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 15(2), 39-46.
- Organización Mundial de la Salud. (enero de 2015). *Obesidad y sobrepeso*. Obtenido de Centro de prensa: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
- Peralta, E. (2009). Amaranto y Ataco: Preguntas y respuestas. Boletín divulgativo N°. 359. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador. 8p. Quito, Ecuador.
- Peralta, E. (2012). EL AMARANTO EN ECUADOR “Estado del Arte”. Quito , Ecuador .
- Peralta, E., Mazón, N., Murillo, A., Rivera, M., Rodríguez, D., Lomas, L., y otros. (2012). Manual Agrícola de Granos Andinos: Chocho, Quinoa, Amaranto y Ataco. Cultivos, variedades y costos de producción. Tercera edición. Publicación Miscelánea No. 69. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador.
- Peralta, E., Villacres, E., Mazón, N., & Rivera, M. (2011). Conceptos y parámetros de calidad para el grano de ataco o sangorache (*Amaranthus quitensis* L. / *Amaranthus hybridus* L.). Boletín Técnico No. 155. INIAP. Estación Experimental Santa Catalina. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Quito, Ecuador. 32p.
- Peralta, E., Villacrés, E., Mazón, N., Rivera, M., & Subía, C. (2008). El ataco, sangorache o amaranto negro (*Amaranthus hybridus* L.) en Ecuador. Publicación miscelánea No. 143 Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. . Quito , Ecuador. 63 p. .
- Pire, M., Garrido, E., González, H., & Pérez, H. (diciembre de 2010). ESTUDIO COMPARATIVO DEL APOORTE DE FIBRA ALIMENTARIA EN CUATRO TIPOS DE FRUTAS DE CONSUMO COMÚN EN VENEZUELA. *INTERCIENCIA*, 35(12), 939-944.
- Productos Orgánicos Chimborazo Cía. Ltda. (2012). *SumakLife*. Obtenido de Amaranto: <https://www.google.com.ec/#q=+Dado+el+tama%C3%B1o+de+las+semillas%2C+se+recomienda+la+preparaci%C3%B3n+del+suelo.+>
- 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
- Restrepo, J. D. (14 de marzo de 2013). *Desnutrición, obesidad y mala alimentación*. Obtenido de UdeA Noticias. Universidad de Antioquia. Medellín – Colombia. :
- http://www.udea.edu.co/portal/page/portal/bActualidad/Principal_UdeA/UdeANoticias/Historial/Historial%202013/Vida/D7E4E4F56B2C23A2E04018C8341F79EE
- Sánchez, L., & Neira, A. (2005). BIOENSAYO GENERAL DE LETALIDAD EN *Artemia salina*, A LAS FRACCIONES DELETRACTO ETANÓLICO DE *Psidium guajava*. L y *Psidium guineense*. Sw. SATA. (13 de julio de 2014). *Amaranthaceae*. Obtenido de Guía para la protección y nutricional vegetal : http://laguiasata.com/paraguay/index.php?option=com_content&view=article&id=1353:amaranthus-hybridus&catid=69:nombres-cientifico&Itemid=71
- Suarez, M., Kizlansky, A., & López, L. (2006). Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el score de aminoácidos corregido por digestibilidad. *Nutrición Hospitalaria*, 21, 47-51.
- 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
- UNED. (2015). *La composición de los alimentos: Minerales*. Obtenido de Guía de Alimentación y Salud: http://www.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica-I/guia/guia_nutricion/compo_minerales.htm
- UNICEF. (28 de agosto de 2014). *UNICEF resaltó la necesidad de promover una alimentación saludable para combatir la obesidad y desnutrición infantil*. Obtenido de UNICEF, Ecuador: http://www.unicef.org/ecuador/media_27842.htm
- Valenzuela, A., Valenzuela, R., Sanhueza, J., & Morales, G. (junio de 2014). Alimentos funcionales, nutraceuticos y foshu: ¿vamos hacia un nuevo concepto de alimentación? *Revista Chilena de Nutrición* , 41(2).
- Valenzuela, R., Tapia, G., González, M., & Valenzuela, A. (2001). ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3 (EPA Y DHA) Y SU APLICACIÓN EN DIVERSAS SITUACIONES CLÍNICAS. *Revista Chilena Nutrición*, 38(3), 356-367.
- Villacrés, E., Pástor, G., Zambrano, I., & Morales, S. (2013). Efecto del procesamiento en el perfil de Ácidos Grasos de varios Granos Andinos. Quito, Ecuador.
- Vitónica. (29 de abril de 2009). *Las uvas pasas, un manjar lleno de beneficios*. Obtenido de Vitónica: <http://www.vitonica.com/alimentos-funcionales/las-uvas-pasas-un-manjar-lleño-de-beneficios>
- Vorvick, L. (18 de mayo de 2014). *Realidades acerca de las grasas poliinsaturadas*. Obtenido de MedlinePlus. Biblioteca Nacional de Medicina de los EE.UU.: <https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/patientinstructions/000747.htm>

Zuluaga, D., Cortes, M., & Rodríguez, E. (2010). EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE MANGO DESHIDRATADO APLICANDO SECADO POR AIRE CALIENTE Y DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA. *Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V*, 25(4), 127-135.

7. ANEXOS

ANEXO I:

DIAGRAMA PARA LA OBTENCIÓN DE EXTRACTO LIPÍDICO DE SANGORACHE



ANEXO II:

PROCESO OBTENCIÓN DE FRUTAS DESHIDRATADAS

FRESA



Lavado de las frutas



Corte de 8 mm de grosor, mediante la utilización de una chiflera



Colocación de las frutas en el deshidratador

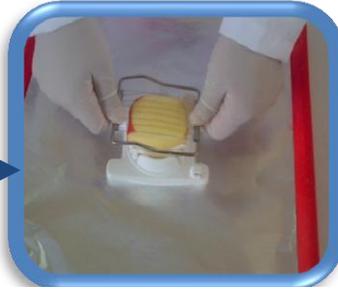


PRODUCTO FINAL

MANZANA



Lavado de las frutas



Corte de 8 mm de grosor, mediante la utilización de picahuevo



Colocación de las frutas en tratamiento antioxidante



Colocación de las frutas en el deshidratador



PRODUCTO FINAL

UVA



Lavado de las frutas



Ruptura del racimo de uvas



Colocación de las frutas en el deshidratador



PRODUCTO FINAL

ANEXO III:



ARTEMIA SALINA



PESAJE



COLOCACIÓN EN EL AGUA DE MAR



CONTEO DE NAUCLEOS VIVOS



ADMINISTRACION + ALIMENTO



TRANSFERENCIA DE NAUPLIOS VIVOS

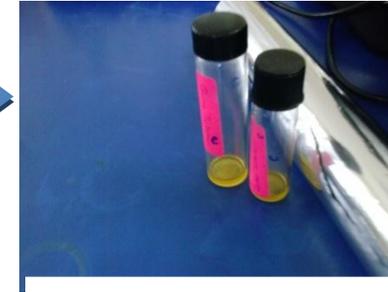
**ANEXO IV:
TOXICIDAD**



Separación de animales



Peso de animales



Calculo de dosis



Lubricación de la cánula



Administración

Anexo V:

PAUTAS DE OBSERVACIÓN

TIPO DE ANALISIS: _____ CONCENTRACIÓN : _____
 ANIMAL N°: _____ DOSIS: _____
 SEXO DEL ANIMAL: _____ mL TEORICOS: _____
 PESO DEL ANIMAL: _____ mL ADMINISTRADOS: _____
 EXTRACTO ANALIZADO: _____ HORA DE ADMINISTRACIÓN: _____
 FECHA DE ANÁLISIS _____ ANALISTA: _____

TIEMPO DE POST ADMINISTRACIÓN	10 min	30 min	1h	3h	6h	10h	24h	2d	3d	4d	5d	6d	7d
Disminución de actividad motora													
Aumento de actividad motora													
Ataxia													
Pérdida de reflejo de enderezamiento													
Mucosas pálidas													
Mucosas cianóticas													
Erección de la cola													
Pilo erección													
Diarrea													
Pasivo													
Agresivo													
Actividad prensil													
Reflejo corneal													
Equilibrio													
Test de Chimenea (nueromuscular)													
Micción													
mortalidad													

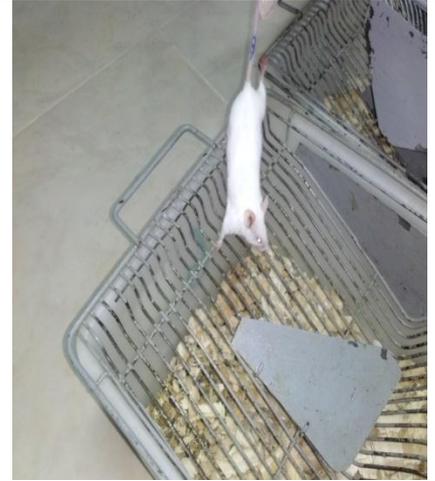
**ANEXO VI:
PARÁMETROS EVALUADOS EN LAS PAUTAS DE OBSERVACIÓN**



**DISMINUCIÓN DE ACTIVIDAD
MOTORA**



PASIVIDAD



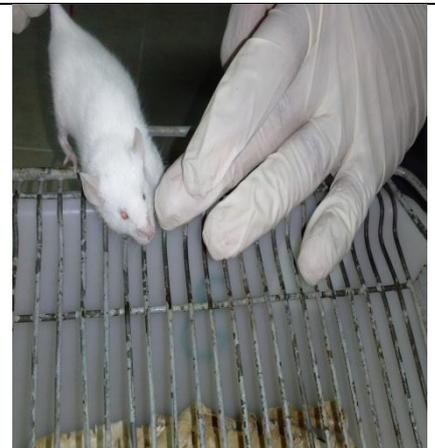
ACTIVIDAD PRENSIL



ERECCION DE LA COLA



EQUILIBRIO



REFLEJO CORNEAL



PILOERECION

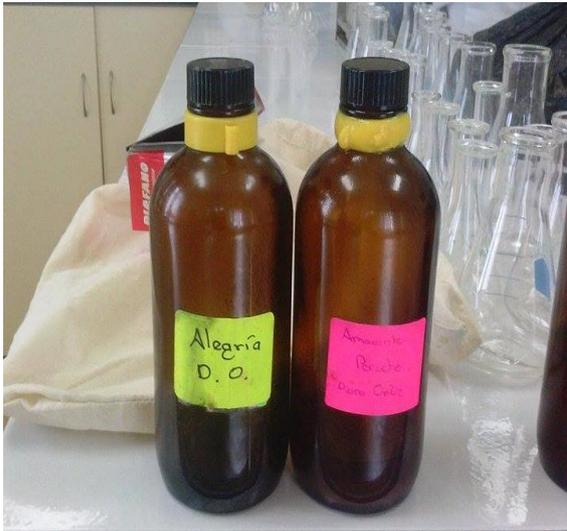


TEST CHIMENEA



MUERTE

**ANEXO VII:
IMPREGNACION**



Muestras de aceite



Pesaje del aceite a ser impregnado



Rocío de Aceite mediante aspersor



Tratamiento térmico

ANEXO VIII: ADMINISTRACIÓN



Muestras y materiales



Animales separados, señalados en espera de administrar



Lubricado de la cánula



Evaluación de órganos



Disección



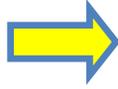
Administración

ANEXO IX:

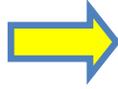
TÉCNICA DE DISECCIÓN



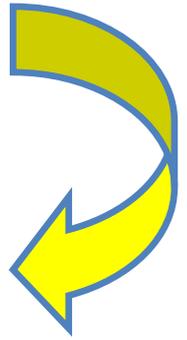
Sacrificio



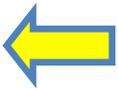
Corte sagital de piel



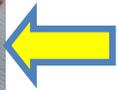
Desuelle



Retiro de órganos



Apertura y fijación



Análisis aspectos preliminares



Observación y análisis de cada órgano

ANEXO X:

NORMA SANITARIA SOBRE CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO (MINISTERIO DE SALUD DE PERU)

CAPITULO III DE LOS PLANES DE MUESTREO

Artículo 12°.-Para efectos del establecimiento de los planes de muestreo se deben considerar las siguientes pautas:

- a) El tamaño de la muestra n y el criterio de aceptación o de rechazo c son determinantes para la decisión con respecto a la aceptación o al rechazo del alimento en cuestión, basándose en los resultados de los ensayos de laboratorio.
- b) El plan de dos clases provenientes de un muestreo por atributos, la aceptación o el rechazo estarán definidos por n y c .
- c) El plan de tres clases proveniente de un muestreo por atributos, la aceptación o el rechazo estará definidos por n , m , M y c , donde c tendrá como límites m y M . Se rechazarán todos aquellos resultados cuyos valores sean superiores a M , ninguna de las muestras del plan de tres clases sobrepasará el valor de M .

Las determinaciones analíticas se realizarán mediante recuentos de colonias de microorganismos y los resultados se expresarán en UFC/g ó mL.

Los Informes de Ensayo y/o certificados de análisis emitidos por los laboratorios, a los que se hace referencia en el artículo 7°, deben expresar el recuento de microorganismos en las mismas unidades (UFC/g ó mL) indicados en los criterios microbiológicos de la presente Norma.

Artículo 13°.- Quedan establecidas 15 categorías señaladas en el Anexo N° 1.

Artículo 14°.- Para los efectos de la presente Norma Sanitaria, se establecen 17 grupos de alimentos y bebidas, según su origen y/o tecnología aplicada en su procesamiento o elaboración son:

- a) Leche y productos lácteos
- b) Helados y mezclas para helados
- c) Productos grasos
- d) Caldos, sopas, cremas, y mezclas deshidratadas
- e) Productos elaborados a partir de cereales
- f) Azúcares y miel

- g) Productos de confitería
- h) Productos de panadería y pastelería
- i) Alimentos de uso infantil
- j) Carnes y productos cárnicos
- k) Productos hidrobiológicos
- l) Huevos y oviproduitos
- m) Salsas, aderezos, especias y condimentos
- n) Frutas y verduras
- o) Comidas y platos preparados
- p) Bebidas
- q) Estimulantes y fruitivos

14.3 Frutas y Verduras Desecadas o Deshidratadas							
Agentes microbianos	Categoría	Clases	n	c	Limite por g/mL		
					m	M	
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	20	
AEROBIO MESOFILOS	10	2	5	0	0	---	
Mohos y Levaduras	3	3	5	1	10	10 ²	