

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE NUTRICION HUMANA**



**CONSUMO HABITUAL Y COMPOSICIÓN DE SEMILLA Y
MUCILAGO DE LINAZA (*linum usitatissimum*) EN LA CIUDAD DE
PUNO**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. YENI MAMANI BAUTISTA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADA EN NUTRICION HUMANA

PUNO – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE NUTRICION HUMANA

CONSUMO HABITUAL Y COMPOSICIÓN DE SEMILLA Y MUCILAGO
DE LINAZA (*linum usitatissimum*) EN LA CIUDAD DE PUNO

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. YENI MAMANI BAUTISTA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADA EN NUTRICION HUMANA



APROBADA POR EL JURADO DICTAMINADOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE:

Dra. Delicia Vilma Gonzáles Arestegui

PRIMER MIEMBRO:

Lic. Gladys Teresa Camacho de Barriga

SEGUNDO MIEMBRO:

Dra. Luzbeth Lipa Tudela

DIRECTOR / ASESOR:

M.Sc. Claudia Beatriz Villegas Abrill

Área : PROMOCION DE LA SALUD DE LAS PERSONAS

Tema : PATRONES Y HÁBITOS DE CONSUMO ALIMENTARIO

FECHA DE SUSTENTACION: 04 DE DICIEMBRE DEL 2019

DEDICATORIA

*A Dios, por permitirme llegar a este momento
tan especial de mi vida, por brindarme fortaleza,
valor y compañía en esta etapa de mi vida.*

*A mis maravillosos padres Ancelmo y Antonia mis
grandes tesoros, por su inmenso amor, por su
incondicional apoyo, sus grandes ejemplos y su
invaluable esfuerzo por sacarme adelante.*

*A mis queridos hermanos, compañeros de toda la
vida y motores que me inspiran a seguir superándome.*

*A toda mi familia, por su apoyo moral, por su
compañía y por sus sabios consejos que siempre fueron
tomados como parte de mí día a día.*

*A mis buenas amigas por su amistad, su apoyo
incondicional y su compañía en tiempos difíciles.*

AGRADECIMIENTO

A nuestra Alma Mater, Universidad Nacional del Altiplano – Puno, por brindarme la oportunidad de formar parte de esta gran casa universitaria y por su formación académica.

A la Facultad de Ciencias de la Salud y a mi querida Escuela Profesional de Nutrición Humana, por acogerme y permitirme ser parte de esta gran familia

A mis docentes por compartir sus conocimientos, enseñanzas y valores en toda mi etapa de formación universitaria para mi formación tanto profesional como personal.

A mi querida directora de tesis MSc. Claudia Villegas Abrill, por su valioso tiempo, apoyo, paciencia y su valiosa amistad que hicieron posible que se lleve a cabo este proyecto de investigación.

A los miembros de jurado, Dra. Delicia Vilma Gonzales Arestegui, Lic. Gladys Teresa Camacho de Barriga, y Dra. Luzbeth Tudela Lipa por su tiempo, colaboración, orientación y aporte en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Mi sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron, aportaron y fueron partícipes del presente trabajo de investigación.

GRACIAS...

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN.....	11
CAPITULO I.....	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
CAPITULO II.....	16
REVISIÓN DE LA LITERATURA	16
CAPITULO III	45
MATERIALES Y MÉTODOS	45
CAPITULO IV	55
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
CAPITULO V	68
CONCLUSIONES	68
CAPITULO VI.....	68
RECOMENDACIONES	70
CAPITULO VII.....	71
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	71
ANEXOS.....	74

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 01: ESCALA HEDÓNICA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LOS ATRIBUTOS DE SABOR, OLOR, COLOR, DULZOR, TEXTURA Y APARIENCIA GENERAL.	43
CUADRO N° 02: AREAS DE VENTA DE LINAZA EN LA CUIDAD DE PUNO - POBLACION	45
CUADRO N° 03: AREAS DE VENTA DE LINAZA EN LA CUIDAD DE PUNO - MUESTRA	46
CUADRO N° 04: OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	48
CUADRO N° 05: CATEGORIAS DE GRADO DE SATISFACCIÓN Y SU INTERPRETACIÓN	54
CUADRO N° 06: FLUJOGRAMA DE ELABORACIÓN DE EMOLIENTE DE LINAZA	62

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 01: COMPOSICIÓN QUÍMICO PROXIMAL DE SEMILLA Y MUCILAGO DE LINAZA CURAHUASI, MUESTRA PERUANA, 2019.....	55
TABLA N° 02: COMPOSICIÓN QUÍMICO PROXIMAL DE SEMILLA Y MUCILAGO DE LINAZA, MUESTRA BOLIVIANA, 2019.....	57
TABLA N° 03: COMPUESTOS FENÓLICOS, FLAVONOIDES, LIGNANOS Y ANTIOXIDANTES.....	58
TABLA N° 04: VARIEDAD DEL CONSUMO DE SEMILLA DE LINAZA Y MUCILAGO DE LINAZA	59
TABLA N° 05: FRECUENCIA DE CONSUMO DE SEMILLA Y MUCILAGO DE LINAZA	60
TABLA N° 06: FORMAS DEL CONSUMO DE SEMILLA Y MUCILAGO DE LINAZA	61
TABLA N° 07: GRADO DE SATISFACCIÓN DE LA SEMILLA DE LINAZA	63
TABLA N° 08: GRADO DE SATISFACCIÓN DE LINAZA GRANULADA.....	64
TABLA N° 09: GRADO DE SATISFACCIÓN DE HARINA DE LINAZA	65
TABLA N° 10: GRADO DE SATISFACCIÓN DE BEBIDA (EMOLIENTE DE LINAZA).....	66

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

OMS: Organización Mundial de la Salud.

OPS: Organización Panamericana de la Salud.

AOAC: Asociación de Químicos Analíticos Oficiales.

AVISA: Años de vida saludables perdidos por la enfermedad.

AVP: Años de vida perdidos por muerte prematura por la enfermedad.

AGE: Ácidos grasos esenciales.

SDG: Diglucósido de secoisolariciresinol.

CUPRAC: Ensayo de reducción de cobre.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo la determinación de la composición de semilla y mucilago de linaza (*linum usitatissimum*) y caracterización del consumo habitual. El estudio es de corte transversal de tipo descriptivo-analítico. Para la evaluación de la composición de la semilla y mucilago, se utilizó los métodos citados por la AOAC, mediante la técnica de análisis químico proximal, y el instrumento de registro de resultados de análisis químico, para la evaluación del consumo se aplicó el método dietético, mediante la encuesta dietética y el instrumento de registro de consumo habitual, para la evaluación de satisfacción, fue mediante la evaluación sensorial, con la técnica de Escala hedónica y el instrumento de ficha de grado de satisfacción. La muestra para identificar el consumo y grado de satisfacción fue de 137 consumidores habituales de la ciudad de Puno, el procesamiento de datos incluye la aplicación de estadística descriptiva con porcentajes. Los resultados obtenidos de la semilla de linaza que tienen valores similares en humedad, materia seca, proteína, grasa, carbohidratos, fibra y cenizas, y con valor muy diferente en energía. Los resultados obtenidos del mucilago de linaza que tienen valores similares en humedad, materia seca, proteína, grasa, carbohidratos, fibra y cenizas. Y con valor muy diferente en energía. Los resultados de compuestos de la semilla de linaza con valor similar en antioxidante (vitamina E) y valores muy diferentes en ácidos fenólicos, flavonoides, lignanos. Los resultados obtenidos del mucilago de linaza que tienen valores similares en flavonoides y antioxidante (vitamina E), y con valores muy diferentes en ácidos fenólicos y lignanos. En la identificación de consumo habitual fue el 90% de consumidores de linaza Curahuasi (Perú). El 54.74% de consumidores consumen emoliente de linaza con una frecuencia de 5-6 veces por semana. La forma de consumo en la ciudad de Puno fue en bebida como emoliente de linaza en un 94.89% de consumo. Se evaluó el grado de satisfacción del consumo de semilla y mucilago de linaza en la población de la ciudad de Puno, donde la bebida emoliente de linaza fue la que obtuvo mejor grado de satisfacción con la categoría me gusta moderadamente en el 49% de consumidores. Concluimos que la semilla y mucilago de linaza presenta composición adecuada para la salud y el consumo es elevado en forma del emoliente presentando un grado de satisfacción moderado.

Palabras Clave: Antioxidante, flavonoides, semilla de linaza, mucilago, consumo habitual, grado de satisfacción.

ABSTRACT

This research work aims to determine the composition of flax seed and linseed (*linum usitatissimum*) and characterization of habitual consumption. The study is cross-sectional of descriptive-analytical type. For the evaluation of the composition of the seed and mucilage, the methods cited by the AOAC were used, using the technique of proximal chemical analysis, and the instrument for recording chemical analysis results, for the evaluation of consumption the dietary method was applied, by means of the dietary survey and the habitual consumption registration instrument, for the satisfaction evaluation, it was through the sensory evaluation, with the hedonic scale technique and the instrument of degree of satisfaction card. The sample to identify the consumption and degree of satisfaction was 137 habitual consumers of the city of Puno, the data processing includes the application of descriptive statistics with percentages. The results obtained from the linseed seed that have similar values in moisture, dry matter, protein, fat, carbohydrates, fiber and ashes, and with a very different value in energy. The results obtained from the linseed mucilage that have similar values in moisture, dry matter, protein, fat, carbohydrates, fiber and ashes. And with very different value in energy. The results of flaxseed seed compounds with similar value in antioxidant (vitamin E) and very different values in phenolic acids, flavonoids, lignans. The results obtained from the linseed mucilage that have similar values in flavonoids and antioxidant (vitamin E), and with very different values in phenolic acids and lignans. In the identification of habitual consumption was 90% of consumers of flaxseed Curahuasi (Peru). 54.74% of consumers consume flaxseed emollient with a frequency of 5-6 times per week. The form of consumption in the city of Puno was in drink as a flaxseed emollient in a 94.89% consumption. The degree of satisfaction of the consumption of seed and flaxseed of flaxseed in the population of the city of Puno was evaluated, where the emollient flaxseed drink was the one that obtained the highest degree of satisfaction with the category I like moderately in 49% of consumers. We conclude that the linseed seed and mucilage has adequate composition for health and consumption is high in the form of the emollient presenting a moderate degree of satisfaction.

Keywords: Antioxidant, flavonoids, flaxseed, mucilage, habitual consumption, degree of satisfaction

INTRODUCCIÓN

Con el transcurso del tiempo el hábito de la alimentación ha sufrido modificaciones, se han adoptado patrones dietarios no saludables con alto consumo de alimentos ricos en grasas saturadas y trans (1).

La enfermedad coronaria es la primera causa de mortalidad en el mundo actual, y para el año 2025, la primera causa de morbilidad mundial (2), y como se mencionó, la dislipidemia es uno de los factores de riesgo para desarrollar enfermedad cardiovascular y síndrome metabólico. (3) Existe una correlación positiva entre la incidencia de aterosclerosis coronaria y la concentración plasmática de colesterol de LDL. (4). Por tanto, las personas con dislipidemia necesitan atención y control, en aspectos como son la alimentación, la actividad física, el tratamiento farmacológico y el tratamiento de enfermedades concomitantes. (2) Según la OMS, las enfermedades cardiovasculares ocupan el primer lugar como causa de muerte a nivel mundial, y constituyen el 23,6% de las muertes por año. (5)

En el Perú, según las estadísticas del Ministerio de Salud (MINSa, 2008), las enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares ocupan el cuarto lugar de carga de enfermedad del país. Debido a estas afecciones se ha perdido el 8% del total de AVISA (Años de vida saludables perdidos por la enfermedad). En nuestro país estas enfermedades se caracterizan por producir mayor mortalidad, en consecuencia, tienen mayor carga de enfermedad por AVP (Años de vida perdidos por muerte prematura por la enfermedad), siendo el 58% del total de AVISA de esta causa de enfermedad. (6) Las enfermedades cardiovasculares constituyen un grave problema de salud de difícil y complejo abordaje, debido a que muchas de estas enfermedades tienen que ver con la modificación de estilos de vida o la prevención de factores de riesgo que dependen de la población.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Definición del problema:

La salud ha tomado importancia en nuestro contexto, es por eso que hoy en día nos preocupamos más de cómo prevenir las enfermedades que puedan afectar nuestro bienestar y el de nuestra familia; tratando de buscar respuestas nos dimos cuenta que los hábitos alimenticios saludables nos ayudan a evitar muchas enfermedades que podrían influir en nuestra calidad de vida.

La alimentación es una necesidad básica humana, aporta los nutrientes necesarios para desempeñar distintas actividades a lo largo del día. Existe una estrecha relación entre el estado nutricional y la salud, ya que para mantener dichas funciones el organismo, necesita materiales suficientes, que le son proporcionados por los alimentos y su ingestión adecuada, en cantidad y calidad las cuales proporcionan un buen estado nutricional por consiguiente una buena salud. Las incidencias de enfermedades crónico degenerativas han incrementado un 80%, ocasionando muertes en hombres y mujeres, esto ocurre sobre todo en países de bajo ingresos económicos recalcando así la importancia de la prevención y el consumo de alimentos con propiedades antioxidantes, que se asocian a disminuir los riesgos de enfermedades. (7)

Por este motivo, la ingesta de linaza es una alternativa de solución, porque genera un efecto beneficioso en la prevención de enfermedades cardiovasculares, circulatorias, oncologías, neurologías. El consumo de linaza dependerá de la información de su valor nutricional a la población para así poder mejorar la calidad en la alimentación y por consiguiente la salud.

Existen estadísticas de la composición de linaza en México, Canadá donde se encuentran que la linaza es una fuente valiosa de compuestos bioactivos tales como los ácidos grasos insaturados, fibra dietética y compuestos fenólicos. Los ácidos grasos insaturados constituyen aproximadamente el 91% de los ácidos grasos totales - con ácido α -linolenico (57% de ácidos grasos totales) y ácido linoleico (16% de ácidos grasos totales) predominante. Las semillas de linaza (principalmente cascarilla) contienen aproximadamente un 30% de fibra dietética, incluyendo extraíbles en agua fibra dietética (mucílago) por ejemplo, arabinosilanos y polisacáridos que 2 contienen ramnosa. La fibra dietética suprime el apetito postprandial, la ingesta de alimentos y lipemia, con lo que contribuye a reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares, causa una reducción en el

peso corporal y la acumulación de grasa (8)

Algunos de los beneficios de linaza son reconocidos en especial los relacionados a reducir niveles de colesterol, marcadores de enfermedad cardiovascular y su actividad protectora contra la enfermedad isquémica. (9)

No se han encontrado referencias de la composición de linaza de las zonas altiplánicas de altura del Perú y en Puno, siendo una semilla de consumo habitual en la zona, es necesario estudiar su composición y caracterización de consumo.

El consumo de linaza, al parecer, es general en toda la población, es un consumo aparentemente habitual, sin embargo, no se tienen referencias de las cantidades, ni formas consumidas, sin embargo, se sabe que es reconocida como una semilla con beneficios para la salud.

Las personas buscan mejorar su salud a base de productos naturales, por ello esta semilla es utilizada, y no conocemos en nuestro ámbito esta magnitud de utilización, ni sus formas más habituales de consumo.

1.2. Formulación del Problema.

1.2.1. Interrogante General

¿Cuál es la composición y el consumo habitual de semilla y mucilago de linaza (*linum usitatissimum*) en la ciudad de Puno?

1.2.2. Interrogantes específicas

- ¿Cuál será la composición química proximal de semilla y mucilago de linaza (*linum usitatissimum*) en la ciudad de Puno?
- ¿Cuáles son los compuestos fenólicos, flavonoides, lignanos y antioxidantes de la semilla y mucilago de linaza (*linum usitatissimum*) en la ciudad de Puno?
- ¿Cuáles son las características (variedad, frecuencia, formas) del consumo de semilla y mucilago de linaza en la ciudad de Puno?
- ¿Cuál es el grado de satisfacción del consumo de semilla y mucilago de linaza en la ciudad de Puno?

1.3. Hipótesis del trabajo

- La semilla y mucilago de linaza en la ciudad de Puno presenta composición adecuada para la salud.
- El consumo habitual de linaza es elevado en forma de emoliente y presenta un grado de satisfacción alto.

1.4. Justificación del proyecto

Hoy en día la población a nivel del mundo presenta problemas de salud crónicos como sobrepeso, obesidad, enfermedades cardiovasculares y síndrome metabólico; a la vez la misma población va reconociendo su necesidad de buscar soluciones naturales a estas enfermedades y sus complicaciones, por ello es necesario brindar alternativas que sean accesibles, de consumo propio de la zona, que coincida con los patrones de consumo, siendo la linaza una alternativa para poder intervenir en estos aspectos preventivos.

El trabajo busca también identificar alternativas de consumo más efectivo de esta semilla, y reconocer sus propiedades físicas químicas y funcionales. De esta manera contribuir a favorecer la utilización adecuada de la semilla de linaza según sus características así ayudar a proponer medidas preventivas en base al uso de esta semilla según su consumo.

Al identificar la composición química de linaza (*linum usitatissimum*) en la ciudad de Puno, como ciudad altiplánica se estaría aportando a este vacío de la ciencia pues actualmente esto no se conoce, así como tampoco se conoce los tipos, cantidades y variedades más consumidas de este alimento. Siendo los estudios existentes de zonas lejanas como del norte de América, Canadá y otros.

Si bien existe la composición químico proximal de semilla de linaza, en las tablas de composición no se muestra referencia de semillas altiplánicas, nuestro trabajo pretende llenar este vacío.

Es común ver que las personas buscan consumir la linaza en forma de emoliente, sin embargo, hay escasísima información sobre el consumo y sobre los efectos de dicho consumo sobre la salud de las personas en nuestro ámbito geográfico, es de nuestro interés contribuir en la mejora de la salud en la población de la ciudad de Puno.

1.5. Objetivos de la investigación:

1.5.1. Objetivo general

- Determinar la composición de semilla y mucilago de linaza (*linum usitatissimum*) y el consumo habitual en la ciudad de Puno.

1.5.1. Objetivos específicos

1. Determinar la composición química proximal de semilla y mucilago linaza (*linum usitatissimum*) en la ciudad de Puno.

2. Determinar los compuestos fenólicos, flavonoides, lignanos y antioxidantes de semilla y mucilago de linaza (*linum usitatissimum*) en la ciudad de Puno.
3. Identificar las características (variedad, frecuencia, formas) del consumo de semilla y mucilago de linaza en la ciudad de Puno.
4. Evaluar el grado de satisfacción del consumo de semilla y mucilago de linaza en la población en la ciudad de Puno.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Antecedentes de la Investigación:

A NIVEL INTERNACIONAL

(2013) Jiménez P. El presente estudio tiene como título composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3. El objetivo de este estudio fue caracterizar semillas de oleaginosas: chía (*Salvia hispanica*), linaza (*Linum usitatissimum*) y rosa mosqueta (*Rosa rubiginosa*), de acuerdo a la composición química y análisis de sus aceites. Se realizó el análisis químico proximal de las semillas. En los aceites de estas materias primas se determinó la composición en ácidos grasos, contenido de tocoles y estabilidad oxidativa. La composición química se caracterizó por un alto contenido de grasa en chía y linaza, proteína en chía y linaza y fibra dietética en rosa mosqueta. Los ácidos grasos de estos aceites fueron mayoritariamente poliinsaturados: linolénico en chía y linaza, y linoleico en rosa mosqueta. El contenido de tocoles y la estabilidad oxidativa fue mayor en rosa mosqueta. Los resultados muestran que los aceites estudiados podrían ser utilizados como potenciales fuentes de ingredientes funcionales altos en ácidos grasos omega-3. (10)

(2012) Zoitza E. En este estudio se evaluó la calidad microbiológica, composición química y las propiedades antioxidantes de la semilla de linaza cultivada en Venezuela y se comparó con una variedad canadiense de amplia venta en el país. Se determinaron coliformes totales, mohos y levaduras, *S. aureus*, y esporulados de los géneros *Bacillus* (aerobios) y *Clostridium* (anaerobios), humedad, grasas, proteínas, fibra dietética total, soluble e insoluble, mucílago, minerales, perfil de ácidos grasos, contenido de HCN equivalente, aw, color, polifenoles y propiedades antioxidantes. Se determinaron diferencias significativas en la composición de las semillas, resaltando su elevado contenido de grasa, proteínas, ácido alfa-linolénico y fibra dietaria. En los resultados se observaron diferencias en el contenido de mucílago, pero no en el de fibra soluble, insoluble y total. La concentración de HCN equivalente en ambas semillas es del orden de 40 mg/100 g, lo cual no representa riesgos a la salud, si se consideran sus formas de consumo. En conclusión, la linaza venezolana contiene mayor contenido de polifenoles que la canadiense, pero la capacidad antioxidante de esta última es mayor; ambas tienen una EA calificada como media ($TEC_{50} > 30$ min). (11)

(2013) Fuentealba C. El objetivo de este estudio fue determinar la bioaccesibilidad y los cambios metabólicos que sufre el lignano SDG proveniente de linaza, durante el proceso de digestión en un modelo in vitro. La bioaccesibilidad se calculó como (lignano libre) / (lignano total). No se detectaron lignanos durante la masticación, estómago ni intestino delgado. Desde el colon ascendente se detectaron lignanos, donde la bioaccesibilidad de SDG es mayor para la digestión de HL (2,06%). Sin embargo, en presencia de L. casei la bioaccesibilidad de SDG aumentó en la digestión de LE, en comparación al control. Para SECO y EL, la bioaccesibilidad en la digestión de LE fue significativamente más alta (0,75% y 1,30%, respectivamente), y la presencia de probióticos no tuvo efectos en la bioaccesibilidad. En conclusión, la bioaccesibilidad de ED fue significativamente más alta en la digestión de HL (2,68%). En la digestión de LE, la bioaccesibilidad de ED fue más baja que en la digestión de HL sin probióticos, no obstante, en presencia de L. casei esta disminución fue atenuada. Los probióticos no aumentan la bioaccesibilidad de lignanos; sin embargo L. casei aumenta la bioaccesibilidad de SDG en la digestión de LE. (12)

(2018) Solís M. En la presente investigación se extrajo aceite de las semillas de linaza se obtuvo un 32 % y un 64 % de torta, mediante secado por aspersion se microencapsuló aceite de linaza, en una matriz de goma arábica y maltodextrina, a una temperatura de 150 °C y un 30 % de carga de aceite de linaza, alcanzando una eficiencia promedio de microencapsulación de 59,19 %. Mediante análisis físico químico se evaluó el contenido de humedad encontrándose por debajo del 10 % establecido como porcentaje máximo para productos en polvo al cumplirse 3 meses después de su elaboración. Se observó que el contenido de ácidos linoleico y α -linolénico no sufre modificación después del proceso de microencapsulación utilizando la técnica de cromatografía de gases, estos resultados fueron ratificados por espectroscopia infrarroja donde se demuestra que el aceite de linaza se encuentra en el interior de las microcápsulas. Se substituyó el porcentaje de linaza molida del cereal instantáneo Mycucayo por microcápsulas de aceite de linaza del mejor tratamiento y la torta; dichas muestras se sometieron a análisis de estabilidad oxidativa, dando como resultado un incremento en la vida útil del producto en estudio. (13)

(2016) Salvatierra Y. et al. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del enriquecimiento en cookies con aceite tarwi (X1) y semillas de chía (X2) en sus características tecnológicas y sensoriales, para lo cual se usó un planeamiento experimental de optimización de procesos por superficie de respuesta mediante un diseño central composicional rotacional (DCCR) 22 dando un total de 11 tratamientos, siendo los niveles

de X1 (4; 6; 9; 12; 14 %) y X2 (2; 3; 6; 9; 10 %) y un control (F0) elaborado con harina de trigo sin ninguna sustitución en la formulación. Las características tecnológicas evaluadas fueron: composición ácido grasos (GC), textura instrumental y color (método CIELab). Los resultados muestran que X1 mejora el color y dureza, mientras ácido graso Omega 6, ácido graso Omega 3 y fracturabilidad tuvieron influencia significativa por ambos factores (X1, X2). Para la evaluación sensorial se aplicó un test con escala hedónica a 20 panelistas semientrenados, únicamente se evaluó sabor. Las cookies con mayor X1 presentaron mayor puntuación. La formulación óptima dentro de los rangos estudiados fue F3 (12% X1 y 3% X2) (7,72 % de ácido graso omega 3; 37,54% de ácido graso omega 6; y aceptabilidad de 6,58 en una escala de 7 puntos). (14)

A NIVEL NACIONAL

(2015) Magro M. En la presente investigación se planteó obtener la harina precocida de linaza germinada y precocida por autoclavado (HLGA) y tostado (HLGT) y su caracterización fisicoquímico proximal y funcional con la finalidad de determinar el tratamiento térmico. Los resultados de la composición de las harinas de semilla de linaza precocidas por autoclave (HLGA) y por tostado (HLGT) presentan: humedad (7,88% y 9,45%). No se hallaron variaciones significativas en: Grasa (37,45% y 37,21%); proteína (18,92% y 18,21%); fibra bruta (15,87% y 15,32%); ceniza (3,21% y 3,24%) y carbohidratos totales (16,67% y 16,55%), respectivamente. Dentro de las propiedades fisicoquímicas de HLGA y HLGT: Índice de solubilidad: 4,487% y 3,440%; índice de absorción de agua: 3,760% y 2,898% y capacidad de hinchamiento: 3,823% y 2,925%, respectivamente. Se halló variaciones significativas entre las muestras (HLGA y HLGT). La evaluación sensorial de HLGA y HLGT, en atributos: aroma y consistencia hay diferencia significativa, donde se obtuvo que la HLGT es de calificación Buena, y que la HLGA obtuvo una calificación promedio de Regular. Los resultados se procesaron mediante el análisis de varianza y se realizó la significancia estadística por la prueba de Tukey, Por lo tanto, la HLGA conviene para elaborar productos alimenticios de mayor dureza y la HLGT puede emplearse en mezclas alimenticias precocidas para mejorar el aroma y consistencia. (15)

(2018) Camones H.; Vásquez C. En esta investigación se determina el efecto del consumo de chía (*Salvia hispánica*) y linaza (*Linum usitatissimum*) sobre la presión arterial en ratas Sprague Dawley hipertensas. La comparación de la significancia estadística de la presión arterial de las distintas concentraciones de tratamiento según comparaciones múltiples de

Tukey, se observa que el grupo (25%, 50%, 75 %, 100%), de chía y linaza (75%, 50%- 25%, 100%) tiene valores de presión arterial igual o menor al grupo control negativo (animales sanos) ($p < 0.05$). Conclusión: El efecto del consumo de las diferentes concentraciones (25, 50, 75, 100 Chía) y (25, 50, 75, 100 Linaza) sobre la PA en ratas SD hipertensas redujo los valores de presión arterial parecido a o igual al grupo de animales sanos, encontrándose significancia estadística en relación al grupo control positivo. En conclusión, el grupo que más redujo la HTA de entre estos fue 100 % linaza. (16)

(2012) Arnao I. Realizó el estudio titulado “Evaluación de la capacidad antioxidante de los extractos acuosos de la raíz y las hojas de *Smallanthus sonchifolius* (yacón)”. Cuyo objetivo era evaluar la capacidad antioxidante de los extractos de raíz y hojas de yacón. El tipo de estudio fue observacional de diseño analítico de corte transversal. Donde se emplearon extractos acuosos al 4% (p/v) de raíces de yacón y al 2% (p/v) de hojas procedentes del departamento de Cajamarca. Se evaluó la capacidad antioxidante in vitro, mediante la prueba de DPPH y el contenido total de fenoles totales y flavonoides de ERY y EHY y de sus mezclas en las proporciones 80/20, 60/40, 50/50, 40/60 y 20/80, respectivamente. (17)

(2017). Azorza M. El presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de la concentración porcentual de aceite tarwi (X1) y semillas de chía (X2) en su calidad tecnológica (CT) y sensorial (CS) de las cookies. Se utilizó un DCCR 2 2 con un total de 11 tratamientos donde los valores de los niveles fueron para X1 (5,05;5,05;12;12;6;9;4;14;9;9;9) y X2 (3,02;8,08;3,02;8,08; 2;10; 6;6;6;6;6) y un control (F0) elaborado con harina de trigo. Los resultados fueron: la CT muestran que X1 mejora el color y dureza, mientras que AG-linoleico (omega 6), AG-linolenico (omega 3) y fracturabilidad tuvieron influencia significativa por ambos factores (X1, X2). Para CS mostraron que las cookies con X1 presentan significancia en Sabor, y dureza incisivos en relación al F0, mientras que color superficial fue afectada por ambos factores. En conclusión, la formulación optima presenta 12% (X1) y 3,02% (X2) y su vida en anaquel fue de 40 días. (18)

(2009) Ore M., Ore Y. En el trabajo de investigación se evaluaron las propiedades fisicoquímicas, reológicas y sensoriales de yogurt natural batido, con mucílago de linaza (*Linum usitatissimu*). El rendimiento en la operación de extracción óptima del mucílago de linaza es 1108.6%. Concluidas las pruebas preliminares que proporciona el porcentaje de mucílago se procedió a analizar el yogurt batido adicionado con este polisacárido a esas

concentraciones analizando su pH, acidez, perfil reológico en cada muestra, en este modelo el coeficiente de consistencia disminuyó y el índice de flujo aumentó, luego todas estas fueron evaluadas sensorialmente por un panel de 21 jueces no entrenados, siendo el más aceptable a $T= 42^{\circ}\text{C}$ con una concentración al 2%, con un análisis químico proximal obteniéndose una humedad de 82.77%, proteína 4.87%, grasa 3.05%, fibra 1.09% , ceniza 3.04% , carbohidratos 5.18%, a un pH de 4.49, una acidez de 0.64 % de ácido láctico. Además, se hizo una comparación de la muestra en estudio, y el yogurt comercial teniendo una viscosidad de la muestra del yogurt de 492.706 cP y del yogurt comercial de 465.616 cP, donde la elección preferida fue la muestra en estudio. Por último, se hizo una evaluación microbiológica al producto final se obtuvo: numeración de coliformes, mohos y levaduras menor de 100 (UFC/g). (19)

A NIVEL LOCAL

Muller K. (2015) Puno. El objetivo de este estudio se centró en la determinación de la capacidad antioxidante y el contenido de flavonoides entre las semillas de chía negra (salvia nativa) y chía blanca (Salvia hispánica L). El tipo de estudio fue descriptivo de corte transversal. Se utilizó el método CUPRAC (Cupric Ion Reducing Antioxidant Capacity) para determinar la capacidad antioxidante y el método de Folin-Ciocalteu para determinar el contenido de flavonoides en polifenoles totales. Los resultados obtenidos mostraron que la semilla de chía negra, fue la que presentó mayor capacidad antioxidante con 7.50 mmol/g TROLOX a comparación de la semilla de chía blanca que presentó 6.50 mmol/g TROLOX, en cuanto al contenido de flavonoides en polifenoles totales se obtuvo que la semilla de chía negra presentó 295 mg Acido Gálico/L a comparación de la semilla de chía blanca que presentó 185.91 mg Ácido Gálico/L. (20)

Lila H. (2014) Puno. El presente estudio tuvo por objetivo determinar la capacidad antioxidante de tres variedades de papa nativa (solanum tuberosum) imilla negra, imilla roja y ccompis. El tipo de estudio fue descriptivo, observacional y transversal. Se obtuvo que la variedad de papa nativa imilla negra, fue la que presento un mayor contenido en polifenoles con 139.84 mgGAE/L, por tanto, una mayor actividad antioxidante de 3.44 umol/g trolox. La variedad de papa nativa imilla roja presento, valores de 2.72 umol/g trolox en capacidad antioxidante y un 126.94 mgGAE/L de polifenoles totales. Y por último se tuvo, la variedad de papa nativa ccompis con un 2.61 umol/g trolox y 122.97 mgGAE/L en actividad antioxidante y en polifenoles totales respectivamente. Estos resultados demostraron, que

las papas nativas contienen antioxidantes, haciéndolo un alimento con valioso contenido nutricional que debe ser incorporado y valorado en nuestra alimentación. (21)

Hally H. (2014) Puno. El presente estudio cuyo objetivo fue evaluar la estabilidad después de la cocción de las dos variedades de quinua mediante el contenido químico proximal, y antioxidantes (polifenoles totales y fitatos totales). El tipo de estudio fue descriptivo, analítico y transversal. Se obtuvo que: los granos de quinua tienden a perder estabilidad después del proceso de cocción sin embargo la variedad negra collana tiene mayor contenido de fibra, grasa y proteínas en relación a la variedad rosada pasankalla que tiene mayores concentraciones de humedad, ceniza, carbohidratos, polifenoles, fitatos y capacidad antioxidante, el procesamiento térmico afecto la composición química proximal y el contenido de antioxidantes, ocasionando una disminución significativa en componentes como grasa, fibra, proteínas, y fitatos en ambas muestras se reduce en un rango de 29-30% la quinua negra collana y rosada pasankalla respectivamente debido al tiempo y temperatura de cocción y a la dilución de los componentes en agua, el contenido de polifenoles también se ve afectado por el procesamiento térmico reduciendo alrededor 12-13% del contenido inicial. En cuanto la capacidad antioxidante los resultados fueron 5.41 mmol/g trolox negra collana, 5.86 mmol/g trolox rosada pasankalla y contenido de polifenoles 141.672 mgGAE/L negra collana, 144.385 mgGAE/L rosada pasankalla. (22)

Quiñones R. (2016) Puno. El objetivo principal fue determinar la influencia del consumo de linaza en el control glicémico y perfil lipídico de pacientes diabéticos tipo 2. Se consideró 2 grupos; cada grupo constituido por 15 personas. El método que se uso es el biomédico, el grupo experimental al que se proporcionó linaza molida y una relación de alimentos permitidos y no permitidos, el grupo control únicamente recibió la relación de alimentos permitidos y no permitidos para pacientes diabéticos. A cada grupo se le realizo un examen de glicemia basal y perfil lipídico en una etapa inicial, posteriormente se le dio linaza (20gr) y una relación de alimentos permitidos, se consideró un tiempo de 20 días tomando dos exámenes más para ver los cambios (inicial, intermedia, final), los resultados fueron: para la glicemia en el grupo experimental (gpo 01) con una diferencia de 13.5mg/dl, en el grupo control (gpo 02) es de 6.4mg/dl demostrando mejor efecto de la linaza. Para el perfil lipídico se evaluo el colesterol disminuyendo 14.14mg/dl en el grupo control bajo 6.7mg/dl. La HDL en el grupo experimental aumento 1.9mg/dl en el otro aumento 0.5mg/dl. La LDL disminuye 9.5mg/dl y en grupo control disminuye 5.6mg/dl. Los triglicéridos en el grupo experimental disminuyen 13.6mg/dl y en otro disminuye 8mg/dl. En conclusión, existe la influencia de la

ingesta de linaza en la glicemia y en el perfil lipídico de pacientes ambulatorios diabéticos tipo 2 del hospital regional de cusco.(23)

2.2. Marco teórico

2.2.1. La linaza:

La linaza (*Linum usitatissimum*) es de la familia Linaceae, es un cultivo con flor azul muy versátil. Las semillas que son utilizadas para alimentación humana y animal son cosechadas y posteriormente tamizadas a través de una malla fina, lo que resulta en un conjunto uniforme de semillas enteras (consideradas 99,9% puras).

Los términos “linaza” y “semilla de lino” generalmente se utilizan como sustitutos; sin embargo, también se utiliza el término “linaza” cuando el producto se utiliza para alimentación humana y el término “semilla de lino” cuando el producto se utiliza para propósitos industriales, como el piso de linóleo. (11)

A. Composición química de linaza

Las variedades de linaza (*Linum usitatissimum*) para consumo humano son diferentes de las variedades de linaza que se utilizan como fibra. Todas las variedades que se producen para consumo humano u otros propósitos, fueron desarrolladas utilizando métodos de cultivo tradicionales y no contienen organismos genéticamente modificados. La linaza (*Linum usitatissimum*) es rica en grasa, proteína y fibra dietética. En promedio la café contiene 41% de grasa, 20% de proteína, 28% de fibra dietética total, 7.7% de humedad y 3.4% de ceniza, el cual es un residuo rico en minerales que se queda después de quemar las muestras. El contenido de proteína de la semilla se reduce en la medida que se incrementa el contenido de aceite. El contenido de aceite de la linaza puede ser alterado por medio de métodos de cultivo tradicionales, y también es afectado por la geografía de la zona de producción. (16)

B. Propiedades químicas de la linaza

La linaza contiene una mezcla de ácidos grasos. Es rica en ácidos grasos poliinsaturados, particularmente en ácido alfa-linolénico, el cual es el ácido graso esencial omega-3 y el ácido linoleico, el cual es el ácido graso esencial omega-6. Estos dos ácidos grasos poliinsaturados son esenciales para los humanos, es decir, deben ser obtenidos de las grasas y aceites de los alimentos debido a que nuestro cuerpo no los produce. Los aminoácidos son el núcleo de las proteínas. El patrón de aminoácidos en la proteína de la linaza (*Linum usitatissimum*) es

similar al de la proteína de soya, la cual está considerada como una de las proteínas vegetales más nutritivas. (16)

Aparentemente existe una diferencia mínima entre el contenido de aminoácido de las proteínas correspondientes a las dos variedades de linaza.

La linaza (*Linum usitatissimum*) contienen alrededor de 8 a 10 gramos (g) de ácido fenólico totales por kilogramo (kg) de linaza o cerca de 64 - 80 miligramos (mg) de ácidos fenólicos totales/cucharada sopera de linaza molida.

Existen dos ácidos grasos esenciales (AGE) en la nutrición humana: El ácido alfa-linolénico (AAL), el cual es un ácido graso omega – 3, y el ácido linoleico (AL), el cual es un ácido graso omega – 6. Los seres humanos tienen que obtener los AGEs de los alimentos, debido a que el cuerpo humano no los produce. Los AGEs son necesarios para la estructura de las membranas de las células y dado que son insaturados, ayudan a mantener las membranas flexibles. Los AGEs son precursores de los ácidos grasos de cadena larga, algunos de los cuales se convierten en compuestos poderosos que afectan varios procesos biológicos, incluyendo la inflamación y señalización de las células (la forma en que las células se comunican). Los AGEs afectan la expresión de los genes, es decir, activan a los genes para la creación de proteínas celulares. Ciertamente, esta es rica en AL y contiene más AAL que cualquier otro ácido omega – 3. (16)

Los mamíferos no pueden convertir internamente los ácidos grasos omega – 3 y omega – 6, los cuales pertenecen a dos familias distintas y separadas. Asimismo, su metabolismo requiere de las enzimas, lo que resulta en una competencia entre las dos familias. El exceso de una familia de ácidos grasos puede interferir con el metabolismo de la otra, reduciendo su incorporación al lípido de los tejidos y alterando sus efectos biológicos.

La β oxidación es el proceso de división de la cadena de carbón o eje central de los ácidos grasos en fragmentos más pequeños, despidiendo dióxido de carbono (CO_2) en el aliento exhalado y produciendo la energía que necesitamos para trabajar, jugar y descansar. El metabolismo del AAL contribuye significativamente a la producción de energía. En los hombres, entre el 24% y el 33% de la dosis de AAL ingerida pasa a través de la β oxidación, mientras que, en el caso de las mujeres, esta cifra es del 19% al 22%. La mayor β oxidación, de AAL en los hombres refleja su mayor masa de tejidos activos como músculos, corazón, hígado y riñones, en comparación con las mujeres. Más aun, las cifras anteriores pueden

desestimar en un 30% la cantidad real de AAL dietética que pasa a través de β oxidación debido a la captura de CO₂ en los bancos de bicarbonato. (16)

C. La fibra en la linaza

La fibra se presenta como estructura material en las paredes celulares de las plantas y tiene importantes beneficios para la salud de los humanos. Existen dos tipos principales de fibras:

La fibra dietética consiste en carbohidratos vegetales no digeribles y otros materiales que se encuentran intacto en las plantas. Las semillas enteras de linaza y linaza molida son fuentes de fibra dietética.

La fibra puede ser, por un lado, fibra escasamente fermentable, insoluble y no viscosa, y, por otro lado, fibra fermentable, soluble y viscosa. Las fibras solubles en contacto con el agua forman un retículo donde quedan atrapadas, dan origen a soluciones de gran viscosidad, cuyos efectos recaen sobre el metabolismo lipídico, de carbohidratos, y anti cancerígeno. Las fibras insolubles son capaces de retener agua en su matriz estructural, forman mezclas de baja viscosidad. Sus efectos son: Aumentar la masa fecal, y el tránsito intestinal por lo tanto disminuye la concentración de carcinógenos en la mucosa del colon. (16)

Los tipos de fibra que se hallan en la linaza son principalmente la celulosa, mucilago y lignina. La celulosa es el principal componente de la pared celular de las plantas y constituiría la fibra insoluble. El mucilago, que es viscoso con agua u otros fluidos, contiene tres tipos de arabinosilanos que le confieren la característica de fibra soluble. La lignina es un tipo de fibra característica de plantas leñosas, tiene función estructural, brinda fuerza y rigidez; y está relacionada con los lignanos por su composición química; constituye también la fibra insoluble.

La linaza contiene tanto fibra soluble como insoluble. Una cucharada de semilla entera de linaza contiene de 0.6 a 2 gr de fibra soluble y de 1,8 a 2,4gr de fibra insoluble. Una cucharada de semilla molida de linaza contiene de 0.4 a 0.9gr de fibra soluble y de 1.3 a 1.8gr de fibra insoluble. (16)

La linaza contiene además fotoquímicos como los ácidos fenólicos, lignanos y flavonoides. Se cree que los lignanos son los más involucrados en el efecto hipocolesterolemico. Los lignanos presentes en los alimentos en suero, bilis y fluidos seminales, estos son los enterolignanos son sintetizados por las bacterias intestinales en condiciones anaeróbicas y a partir de lignanos en las plantas, como de cereales integrales, semillas, nueces, legumbres y

verduras. Son absorbidos por el intestino y transportados al hígado, donde son conjugados, para luego ser excretados por la bilis y reabsorbidos, se parecen a la circulación entero hepática del colesterol. (24)

D. Formas de consumo

- **Aceite de linaza.** La mejor manera de utilizar el aceite de linaza es cuando no hace falta aplicar calor. El aceite de linaza no debería utilizarse ni para freír ni para hornear ya que es demasiado delicado para exponerlo a las altas temperaturas que se usan en esos casos.
- **Linaza entera.** La linaza entera se puede utilizar en cremas de avena (atoles) que lleven granos enteros y se puede espolvorear en ensaladas y, antes de hornearlos, en panecillos, muffins (mantecadas/panecillos dulces), bagels (rosas de pan) y panes para darles un aspecto agradable y una textura crujiente. La linaza entera también se puede incorporar a la masa de los panes antes de hornearla.
- **Linaza molida.** La linaza molida se consigue triturada de diferentes tamaños según el fabricante. Por lo general, la linaza finamente molida es la mejor para utilizar en bebidas y pastas, mientras que la gruesa contribuye al aspecto de productos como las barras de refrigerio (snack), en jugos y los muffins. Las investigaciones efectuadas por el Food Development Centre (Portage la Prairie, Manitoba) descubrió que el pan preparado con linaza molida más gruesa tenía más volumen que el pan preparado con la linaza molida más fina.
- **Mucilago de linaza.** El mucilago posee la ventaja de no impartir aroma ni sabor a los productos en que se añaden, pero inciden en su aceptabilidad ya que mejoran su textura y/o consistencia. Tienen la capacidad de actuar como espesantes, estabilizantes, etc. (25)
- **Emoliente de linaza.**
El emoliente es reconocido como una bebida ancestral y medicinal que promueve la vida saludable, ya que contiene propiedades diuréticas. Geraldine Maurer, nutricionista de la clínica San Borja, reafirma el valor nutricional del Emoliente manifestando que contiene linaza, y que esta tiene una fibra en forma de goma y se obtiene cuando se le agrega líquido caliente. Esta fibra es muy buena para el organismo, ya que ayuda a reducir el colesterol, y mejora la flora gástrica, lo que optimiza el sistema inmunológico, afirma la nutricionista. Es una bebida que suele ser consumida por las propiedades medicinales que posee, generalmente que ablanda o relaja una dureza o una inflamación. (25)

E. Beneficios para la salud de la linaza

El consumo de linaza puede ayudar a reducir el riesgo de enfermedades crónicas que contribuyen significativamente en la morbilidad y mortalidad mundial. También el Institute of Medicine recomienda una proporción de omega-3 a omega-6 de 5:1 hasta 10:1. La linaza dietética puede mejorar significativamente esta proporción porque contiene mayor cantidad de ácidos grasos omega-3 que omega-6 (más de tres veces la cantidad). La ingesta dietética recomendada de AAL es 1.6 g/día para hombres y 1.1 g/día para mujeres. (26)

- **Enfermedades crónicas y linaza**

La linaza contiene mucílago, sustancia gomosa que es un tipo de fibra soluble que forma una solución viscosa al mezclarse con agua. La fibra soluble ayuda a reducir el colesterol sérico, la presión arterial, la inflamación y, por lo tanto, reduce el riesgo de enfermedades crónicas.

El Institute of Medicine ha establecido que la ingesta adecuada de fibra es 14 g por 1000 kcal o cerca de 25 g/día para mujeres y 38 g/día para hombres. La linaza aporta 4 g (o 16% del Valor Diario para fibra) por cada porción de 2 cucharadas, siendo una excelente opción para incrementar la ingesta de fibra dietética. (26)

- **Enfermedades cardiovasculares**

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) fueron la principal causa de mortalidad durante la década pasada. Muchos de los factores de riesgo de las ECV son modificables, y la dieta tiene un rol clave en la prevención y el tratamiento de las ECV. Los lignanos de la linaza, el AAL omega-3 y la fibra soluble pueden contribuir a los efectos de protección cardíaca que han sido reportados. Un meta análisis indicó que cada incremento de 1 g/día de la ingesta de ALA está asociado con una reducción de un 10% en el riesgo de muerte por enfermedades al corazón. Aquellos individuos con baja ingesta de AAL (menos de 1 g/día) pueden obtener los mayores beneficios cardiovasculares al aumentar su consumo. (27)

- **La Hipercolesterolemia**

La Colesterol en la sangre es un factor relacionado para contraer las enfermedades cardiovasculares, todas las consecuencias que esta enfermedad tiene, además del colesterol total elevado, hay una tendencia al aumento de LDL colesterol (lipoproteína de baja densidad), este particularmente relacionado con la aparición de arteriosclerosis. Los nutrientes y otros componentes de la dieta influyen sobre el proceso aterogénico que se

desarrolla en los seres humanos de tal manera que algunos pueden ser factores protectores que evitan o retrasan la formación de la placa aterosclerótica. Es un constituyente de mayor importancia de la membrana celular y de las lipoproteínas plasmáticas. En la sangre esta como esteroles libres y como ésteres de colesterol unido a ácidos grasos.

El colesterol y su forma esterificada no se disuelven en soluciones acuosas puede ser transportado en sangre; necesita integrarse a otras sustancias solubles como son las apoproteínas formando de esta manera las lipoproteínas, que son partículas de estructuras de una capa interna hidrofóbica, que es un núcleo compuesto por triglicéridos (TG) y ésteres de colesterol. Entre las principales causas de este problema tenemos: la falta de educación nutricional, hábitos alimentarios no adecuados, el factor genético, desórdenes metabólicos, estilos de vida, sedentarismo, acceso y disponibilidad de alimentos, edad y género. (16)

- **La Diabetes, el Síndrome Metabólico**

La fibra soluble, la proteína, el diglucósido de secoisolariciresinol (SDG) y el α linolénico (ALA) de la linaza pueden moderar la secreción y actividad de la insulina para ayudar a mantener la homeostasis de la glucosa plasmática. El diglucósido de secoisolariciresinol (SDG) de la linaza está asociado con mejorías en el nivel de hemoglobina glucosilada y del síndrome metabólico. Una dieta alta en fibra (25 a 50 g/día; 15-25 g/1000 kcal) es probablemente la más efectiva para la diabetes, debido al efecto de la fibra en la reducción de la glucemia (azúcar en la sangre), la insulinemia (exceso de insulina en la sangre) y la lipemia (presencia anormal de grasa en la sangre). (17)

Los alimentos que incorporan linaza molida pueden ayudar a reducir la glucemia postprandial (reacción después de la comida). La linaza también puede moderar el apetito y la ingesta energética, lo cual puede ayudar a controlar el peso y la diabetes. (16)

- **Cáncer y linaza**

Se estima que dos de cada cinco canadienses (46% de hombres y 41% de mujeres) recibirán un diagnóstico de cáncer durante su vida; además, se predice que una de cada cuatro personas morirá de cáncer. En Estados Unidos se espera que más de 1.6 millones de nuevos casos de cáncer serán diagnosticados en 2014.

Los efectos de la linaza en la lucha contra el cáncer parecen deberse a acciones tanto hormonales como no hormonales. Los lignanos de la linaza, en particular el SDG, ejercen acciones relacionadas con las hormonas al competir con el estrógeno y la testosterona para

ligar sus receptores respectivos e inhibir la enzima aromataasa, la cual convierte andrógenos en estrógeno. Otras acciones no relacionadas con las hormonas incluyen disminuir las aberraciones nucleares y daños genéticos, proliferación celular y metástasis y la producción de factores de crecimiento que fomentan la angiogénesis y el desarrollo de tumores. (16)

Dado que el cáncer de seno es sensible a las hormonas, los efectos antiestrogénicos de la linaza son de interés en la mitigación de la enfermedad. Un estudio de caso y control descubrió que el consumo de linaza y de pan de linaza reduce significativamente el riesgo de cáncer de seno en un 20 a 30%. Estos resultados se basan en los hallazgos de dos metaanálisis que reportaron una asociación entre una ingesta dietética alta en lignanos y una reducción en el riesgo de cáncer de seno postmenopáusico. Los lignanos de la linaza también han demostrado que inhiben el crecimiento de células cancerosas en pacientes con cáncer a la próstata. (16)

Tal como lo expresa el dicho popular “perfume bueno viene en frasco chico”, la diminuta semilla de linaza con sus componentes de ALA, SDG, antioxidantes y fibra soluble provee una sorprendente nutrición que combate grandes enfermedades.

Los lignanos son fitoestrógenos, o sea, compuestos vegetales que tienen propiedades similares al estrógeno. La linaza tiene hasta 800 veces más lignanos activos comparada con otros vegetales, frutas, legumbres, cereales o semillas. El SDG es el lignano principal de la linaza. Dependiendo de la variedad cultivada, la región de cultivo y el método de análisis, la linaza contiene típicamente entre 0.7% y 1.9% de SDG (1 a 26 mg/g de semilla). El SDG y sus metabolitos tienen potentes propiedades antioxidantes y, por lo tanto, reducen el estrés oxidativo y protegen de las enfermedades crónicas. (28)

- **La Inflamación Crónica y el Estrés Oxidativo**

La inflamación crónica y el estrés oxidativo están asociados con enfermedades relacionadas con la edad, tal como las enfermedades cardiovasculares (ECV), obesidad, diabetes y cáncer. El mecanismo unificador mediante el cual la linaza puede reducir el riesgo de estas enfermedades es a través de su rol en la reducción de la inflamación. El AAL puede disminuir la inflamación a través de su influencia en los eicosanoideos, sustancias similares a las hormonas que tienen un rol en el control de la inflamación. Cuando la ingesta de AAL omega-3 es baja y la de AL omega-6 es alta, se dan condiciones que favorecen la producción de eicosanoideos proinflamatorios del AL. Ocurre justo lo opuesto cuando la dieta es alta en

AAL y baja en AL. Un medio proinflamatorio está asociado con el riesgo de enfermedades crónicas y, por eso, un aumento en la ingesta de AAL puede ofrecer cierta protección. (16)

2.2.2. Capacidad Antioxidante

La oxidación y los agentes oxidantes químicamente la oxidación de un compuesto es la pérdida de electrones, de hidrógenos o la ganancia de oxígeno en una molécula. La reducción de un compuesto es exactamente lo contrario; es decir, la ganancia de electrones, de hidrógenos o la pérdida de oxígeno. En tal sentido, un agente oxidante es una molécula que se reduce al reaccionar con la molécula a la cual oxida. Este par oxido-reductores necesario químicamente y esencial para entender la biología de las óxido-reducciones en el organismo. (25)

Las macromoléculas de importancia biológica (proteínas, ácidos nucleicos, carbohidratos y lípidos) son moléculas nucleofílicas que tienen electrones susceptibles de compartir, es decir, tienen electrones en orbitales superficiales que pueden ser capturados (oxidación) o compartidos en una reacción nucleofílica para formar compuestos o aductos.

Los oxidantes son compuestos electrofílicos especies que tienen afección por los electrones y que tienen afinidad para reaccionar con macromoléculas nucleofílicas, muchas de ellas de la mayor importancia biológica. (25)

La capacidad antioxidante de un alimento depende de la naturaleza y concentración de los alimentos naturales presentes en él. La mayoría de los compuestos antioxidantes de las frutas y verduras se deben a ciertos compuestos como vitamina C, vitamina E, o β -caroteno, además de los recientes estudiados y caracterizados compuestos fenólicos (flavonas, isoflavonas, flavonoides, antocianinas, catequinas e isocatequinas), estos últimos son consumidos frecuentemente en la dieta humana y han demostrado tener una alta capacidad antioxidante. (21)

La capacidad antioxidante varía en función del grupo de compuesto estudiado y su solubilidad en la fase acuosa o lipídica. Además, la gran diversidad de métodos empleados proporciona resultados numéricos distintos se utiliza el Trolox (ácido 6hidroxi-2, 5, 7, 8-tetrametilcroman-2-carboxílico) como patrón, sustancia que se caracteriza por ser un análogo hidrosoluble de la vitamina E. (19)

Las especies reactivas de oxígeno y nitrógeno, son un subgrupo de moléculas oxidantes, que como su nombre lo indica son altamente reactivas. Otro subgrupo son los radicales libres

que no solo tienen alta reactividad y capacidad oxidativa, sino que adicionalmente pueden generar reacciones oxidativas en cadena. Los radicales libres en particular y las especies reactivas en general, participan en algunas funciones biológicas (proliferación celular, diferenciación celular, fagocitosis, metabolismo, reacciones inflamatorias) y se encuentran involucradas en diversas patologías. (25)

A. ANTIOXIDANTES

Los antioxidantes son compuestos los cuales pueden inhibir o retardar la oxigenación de otras moléculas inhibiendo la iniciación y/o propagación de las reacciones en cadena de los radicales libres. Los antioxidantes se dividen en dos categorías principalmente que son: sintéticos y naturales. En general los antioxidantes sintéticos son compuestos de estructuras fenólicas con varios grados de sustitución alquímica, mientras que los antioxidantes naturales pueden ser: compuestos fenólicos (tocoferoles, flavonoides y ácidos fenólicos), compuestos nitrogenados (alcaloides, derivados de la clorofila, aminoácidos y aminas) o carotenoides, así como el ácido ascórbico. (15) Los antioxidantes son componentes protectores que consisten en un arreglo enzimático y nutrientes esenciales (como vitaminas, pigmentos) cuya función principal es prevenir la formación de radicales libres e interceptar los que ya se han generado. Existen muchas fuentes de antioxidantes naturales: avena, soya, té, granos de café, especias, arroz, aceites vegetales, papas, frutas, productos microbianos. Los antioxidantes contenidos en frutas y vegetales son efectivos en la prevención de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo. (14)

- **Ácido ascórbico**

El ácido ascórbico o vitamina C es un antioxidante monosacárido encontrado en animales y plantas. Como no puede ser sintetizado por los seres humanos y debe ser obtenido de la dieta, es una vitamina la mayoría de los otros animales pueden producir este compuesto en sus cuerpos y no lo requieren en sus dietas. En células, es mantenido en su forma reducida por la reacción con el glutatión, que se puede catalizar por la proteína disulfuro isomerasa y las glutarredoxinas. El ácido ascórbico es un agente reductor y puede reducir y de tal modo neutralizar especies reactivas del oxígeno tal como el peróxido de hidrógeno. Además de sus efectos antioxidantes directos, el ácido ascórbico es también un sustrato para la enzima antioxidante ascorbato peroxidasa, una función que es particularmente importante en resistencia al estrés en plantas. (17)

- **Tocoferoles y tocotrienoles**

La vitamina E es el nombre colectivo para un sistema de ocho tocoferoles y tocotrienoles relacionados, que son vitaminas antioxidantes liposolubles. De éstos, el α -tocoferol ha sido muy estudiado ya que tiene la biodisponibilidad más alta y el cuerpo preferentemente absorbe y metaboliza esta forma. La forma del α -tocoferol es la más importante de los antioxidantes liposolubles y protege las membranas de la célula contra la oxidación reaccionando con los radicales del lípido producidos en la reacción en cadena de peroxidación de lípidos. Esto quita las formas intermedias de radicales libres y evita que la propagación de la reacción en cadena continúe. Los radicales oxidados del α -tocoferoxil producidos en este proceso se pueden reciclar de nuevo a la forma reducida activa a través de la reducción por el ascorbato, el retinol o el ubiquinol. Las funciones de las otras formas de la vitamina E están menos estudiadas, aunque el γ tocoferol es un nucleófilo que puede reaccionar con mutágenos electrofílicos y los tocotrienoles puede que tengan un rol especializado en la neuroprotección. (17)

- **Carotenoides**

Los carotenoides son pigmentos ampliamente distribuidos en la naturaleza, que se encuentran en tejidos fotosintéticos y no fotosintéticos como raíces, flores y frutos. Los humanos y animales no pueden sintetizarlos; sin embargo, son capaces de absorberlos con modificaciones en su estructura básica. Los carotenoides de vegetales y animales son usualmente encontrados en fracciones lipídicas, ligados a proteínas o esterificados con ácido grasos. (16)

Dentro de una clasificación química, los carotenoides o tetraterpenoides son una clase de pigmentos terpenoides con 40 átomos de carbono derivados bio-sintéticamente a partir de dos unidades de geranyl-geranylpirofosfato, en su mayoría son solubles en solventes apolares y tienen coloraciones que oscilan entre el amarillo (β -caroteno) y el rojo (el licopeno). Los carotenoides se pueden clasificar en carotenos y xantofilas. Los carotenos solo contienen carbono e hidrogeno (por ejemplo, el β -caroteno, licopeno, etc.), mientras que las xantofilas contienen además oxígeno. (18)

- **Polifenoles**

Los polifenoles son fitoquímicos de bajo peso molecular, esenciales para el ser humano. Estos constituyen uno de los metabolitos secundarios de las plantas, más numerosos y

distribuidos por toda la planta, con más de 800 estructuras conocidas en la actualidad. Los polifenoles naturales pueden ir desde moléculas simples (ácido fenólico, hidroxitirosol, fenilpropanoides, flavonoides), hasta compuestos altamente polimerizados (ligninas, taninos). Los flavonoides representan el subgrupo más común y ampliamente distribuido y entre ellos los flavonoles son los más ampliamente distribuidos.

Al estar ampliamente distribuidos en el reino vegetal, constituyen parte integral de la dieta. Los polifenoles poseen una estructura química ideal para la actividad como consumidores de radicales libres. Su propiedad como antioxidante, proviene de su gran reactividad como donantes de electrones e hidrógenos y de la capacidad del radical formado para estabilizar y deslocalizar el electrón desapareado (termina la reacción en cadena) y de su habilidad para quelar iones de metales de transición.

Los polifenoles poseen una porción hidrofílica y una porción hidrofóbica, por lo que pueden actuar en contra de ROS que son producidas en medios tanto hidrofóbicos como acuosos. Su capacidad antioxidante está directamente relacionada con el grado de hidroxilación del compuesto. Los flavonoides tienen una poderosa acción antioxidante *in Vitro*, siendo capaces de barrer un amplio rango de especies reactivas del oxígeno, nitrógeno y cloro, tales como el superóxido, el radical hidroxilo, el radical peroxilo, el ácido hipocloroso, actuando como agentes reductores. (19)

- **Flavonoides**

Los flavonoides son compuestos de bajo peso molecular que comparten un esqueleto común de difenilpiranos (C6-C3-C6), compuesto por dos anillos de fenilos, ligados a través de un anillo de pirano (heterocíclico).

En función de los grados de oxidación e instauración del anillo heterocíclico se pueden diferenciar varias clases de flavonoides y dentro de cada clase se pueden establecer diferencias en base a la naturaleza y número de los sustituyentes unidos a los anillos. (13)

La mayoría de los tejidos vegetales pueden sintetizar flavonoides, los cuales se presentan en forma de glucósidos solubles en agua en las hojas y frutas empleadas en la alimentación humana. (21)

Los flavonoides tienen 2 anillos bencénicos separados por una unidad de propano y son derivados de la flavona, generalmente solubles en agua. Los compuestos más conjugados son con frecuencia brillantemente coloreados; generalmente se encuentran en las plantas,

como sus glucósidos, lo que puede complicar las determinaciones de la estructura. Los flavonoides contienen en su estructura química un número variable de grupos hidroxilo fenólicos y excelentes propiedades de quelación del hierro y otros metales de transición, lo que les confiere una gran capacidad antioxidante. (19)

a) Estructura química

Los flavonoides son compuestos de bajo peso molecular que comparten un esqueleto un esqueleto común de difenilpiranos (C6-C3-C6), compuesto por dos anillos de fenilos (A y B) ligados a través de un anillo C de pirano (heterocíclico). Los átomos de carbono en los anillos C y A se numeran del 2 al 8, y los anillos B desde 2 al 6.

La actividad de los flavonoides como antioxidantes depende de las propiedades redox de sus grupos hidroxifenólicos y de la relación estructural entre las diferentes partes de la estructura química. Esta estructura básica permite una multitud de patrones de sustitución y variaciones en el anillo C. (19)

En función de sus características estructurales se pueden clasificar en:

1. Flavanos, como la catequina, con un grupo –OH en posición 3 del anillo C.
2. Flavonoles, representados por la quercetina, que posee un grupo carbonilo en posición 4 y un grupo –OH en posición 3 del anillo C.
3. Flavonas, como la diosmetina, que poseen un grupo carbonilo en posición 4 del anillo C y carecen del grupo hidroxilo en posición C3.
4. Antocianinas, que tienen unido el grupo –OH en posición 3 pero además poseen un doble enlace entre los carbonos 3 y 4 del anillo C.

b) Tipos y fuentes naturales de flavonoides

Las diferentes clases dentro del grupo son distinguidas por anillos heterocíclicos conteniendo oxígeno y por grupos hidroxilo. Las catequinas y leucoantocianidinas son estructuralmente similares y existen raramente como sus glucosidos. Se polimerizan para formar taninos condensados, lo que ayuda a dar su color característico al té; también son suficientemente prevalentes para oscurecer el color de arroyos y ríos en algunas áreas ricas en madera. (19)

Las flavononas y los flavonoles son raros y normalmente existen como sus glucósidos. Flavononas: hesperidina, flavonoide que es particularmente activo en la prevención de enfermedades cardíacas; se encuentra en los hollejos de las frutas cítricas, como limones, naranjas, mandarinas y pomelos. Las diferentes clases dentro del grupo son distinguidas por

anillos heterocíclicos conteniendo conteniendo oxígeno y por grupo hidroxilo. La quercetina es un flavonoide amarillo-verdoso presente en cebollas, manzana, brócolis, cerezas, uvas o repollo rojo. (19) Las flavonas y los flavonoles son los más ampliamente distribuidos de todos los compuestos fenólicos. Las flavonas: apigenina que se encuentra en la alfalfa y en la manzanilla.

Las antocianinas son los pigmentos rojo y azul de los pétalos de las flores y pueden constituir hasta el 30% del peso seco de alguna de ellas. El pigmento rojo del betabel es una antocianina; las antocianinas existen típicamente como glucosidos.

Proantocianidinas se localizan en las semillas de uva, vino tinto y extracto de corteza del pino marino. (19) Las flavanonas coexisten con frecuencia en las plantas con sus flavonas correspondientes (por ejemplo, hesperidina y diosmina en la corteza en la corteza de *Zanthoxylum avicenna*) (19)

Las isoflavonas poseen un esqueleto flavonoides. Una variedad de modificaciones estructurales de este esqueleto deriva en una amplia clase de compuestos que incluyen isoflavonas, isoflavanonas y rotenona.

Los compuestos isoflavonoides son constituyentes comunes de la familia de leguminosas fabaceae; estos compuestos exhiben para peces. Así, por ejemplo, las isoflavonas biochanina A del clavo rojo, genisteina de la soya y el cumestrol de la alfalfa son fitoestrogenos, además de exhibir actividad antifungica. (19)

Las chalconas, como la buteina, carecen del anillo de pirano encontrado en los flavonoides, aunque este está sujeto con frecuencia al equilibrio controlado por el pH. La chalcona está más completamente conjugada y normalmente esta brillantemente coloreado.

La floricina es un fuerte inhibidor del crecimiento de la plántula de la manzana. Las auronas son pigmentos amarillos dorado que son comunes en algunas flores. La sulfuretina es un pigmento de aurona responsable del color amarillo de ciertas especies de la familia Asteraceae, por ejemplo, el cosmos y la dalia. (19)

- **Ligninas**

Las ligninas son polímeros complejos de moléculas fenólicas. Como modelo base de estructura, la lignina es el segundo polímero hidrocarbonado en abundancia después de la celulosa. Su presencia en las paredes celulares secundarias, debido a su carácter hidrofóbico,

desplaza el agua, aumentando tanto la resistencia química como física y la rigidez de las paredes.

Las funciones de la lignina están asociadas con el soporte mecánico de los órganos de las plantas, la conducción de la savia a través de los elementos vasculares lignificados, y mecanismos de defensa. (12)

- **Taninos**

Los taninos son compuestos fenólicos hidrosolubles de sabor áspero y amargo. Suelen acumularse en las raíces y cortezas de plantas y frutos, y están también presentes en sus hojas, aunque en menor proporción.

En nutrición a los taninos también se les considera sustancias anti nutritivas, ya que en elevadas concentraciones que facilitan su condensación pueden limitar la absorción de algunos nutrientes, como es el caso del hierro. (12)

B. RADICALES LIBRES

Un radical libre (RL) es una especie química definida, una molécula o fragmento de molécula, que contiene uno o más electrones desapareados en su orbital externo lo que lo convierte en un compuesto altamente inestable y fugaz con gran capacidad de formar otros radicales libres por reacciones químicas en cadena y es capaz de existir independientemente

Desde el punto de vista químico los radicales libres son todas aquellas especies químicas, cargadas o no, que en su estructura atómica presentan un electrón desapareado o impar en el orbital externo, dándole una configuración especial que genera gran estabilidad, señalizando por el punto situado a la derecha del símbolo.

Los radicales libres se pueden definir como sustancias químicas reactivas que tienen un solo electrón desemparejado en una órbita externa. Esta configuración inestable genera energía, que es liberada a través de reacciones con moléculas próximas, como proteínas, lípidos, hidratos de carbono y ácidos nucleicos. La mayoría de los radicales libres que pueden dañar los sistemas biológicos son los radicales libres de oxígeno, que son conocidos normalmente como “especies reactivas de oxígeno” (EROS). Los EROS pueden producirse durante la irradiación de la luz UV, POR RAYOS-X y por rayos FF, también pueden ser producidas durante las reacciones de catálisis de un metal. Están presentes en la atmosfera como contaminantes, son producidas por neutrófilo y macrófagos durante el proceso de inflamación.

Son bio-productos de las reacciones de catálisis de la cadena mitocondrial de transporte de electrones y de varios otros mecanismos. El total de radicales libres producidos viene determinado por el equilibrio de algunos factores y las ROS son producidas tanto de forma endógena como exógena. Las fuentes endógenas de ROS incluyen las mitocondrias, el citocromo P450, los peroxisomas y la activación de las células inflamatorias.

Los efectos perjudiciales de las ROS se compensan con la acción de los antioxidantes, algunos de los cuales son enzimas presentes en el organismo. A pesar de la presencia de un sistema de células de defensa antioxidante para neutralizar el efecto de las ROS, los daños oxidativos acumulados durante el ciclo de la vida tienen consecuencias en el envejecimiento y en las patologías relacionadas con la edad, como los problemas cardiovasculares, los trastornos neurodegenerativos, el cáncer y otras enfermedades crónicas (11)

Radical libre (RL) es una especie química definida, una molécula o fragmento de molécula, que contiene uno o más electrones desapareados en su orbital externo lo que lo convierte en un compuesto altamente inestable y fugaz con gran capacidad de formar otros radicales libres por reacciones químicas en cadena.

En consecuencia, son altamente reactivos lo que hace que tengan una vida media del orden de milisegundos, aunque varía según el tipo de radical. (12)

Los radicales libres también son conocidos como especies reactivas oxigenicas o del oxígeno, ROS, y especies reactivas del nitrógeno (ERN). Sin embargo, un exceso de los mismos puede acumularse hasta niveles tóxicos dando como resultado que se produzcan diversas acciones sobre el metabolismo de los principios inmediatos, que pueden ser origen del daño celular. (13)

- **Clases de radicales libres**

Existen muchas clases de radicales libres, tanto ERO (Especies Reactivas del Oxígeno) como ERN (Especies Reactivas del Nitrógeno). Algunos de los radicales libres son:

-**Radical peroxilo (ROO•)**, El cual es el radical más común en los sistemas biológicos. Formado a partir de hidroperóxidos orgánicos, por ejemplo, lípidos, o ROOH por pérdida de hidrógeno. Tiene una vida media relativamente larga.

-**Radical hidroxilo (OH•)**, Estado de reducción de tres electrones de la molécula de oxígeno. Es la especie más reactiva, con una vida media estimada de alrededor de 10^{-9} s. Puede generarse in vivo como consecuencia de radiaciones de alta energía (rayos X, rayos γ) que

pueden provocar rotura hemolítica del agua corporal. La luz UV no tiene suficiente energía como para escindir una molécula de agua, pero puede dividir el agua oxigenada en 2 moléculas de radical hidroxilo.

Otro proceso todavía más importante en la formación del radical hidroxilo es la llamada reacción de Fenton:

$H_2O_2 + Fe^{2+} + Fe^{3+} + OH^- + OH^*$ También a partir de agua oxigenada y del radical superóxido el radical hidroxilo puede formarse por la Reacción de Haber-Weiss:

$H_2O_2 + O_2^{\cdot-} \rightarrow O_2 + OH^- + OH^*$ Esta reacción es catalizada por metales como hierro o cobre.

-Radical superóxido ($O_2^{\cdot-}$), El que se produce por células fagocíticas y puede ser benéfico por la inactivación de virus y bacterias, el estado de reducción del oxígeno de un electrón, formado en muchas reacciones de auto oxidación. Es relativamente poco reactivo, pero potencialmente toxico, ya que puede iniciar reacciones que den lugar a otros intermediarios a su vez muy reactivos. Puede formarse como producto de muchas reacciones catalizadas enzimáticamente, también en reacciones no enzimáticas del oxígeno con la cisteína o la riboflavina, o bien se produce en la cadena respiratoria mitocondrial $O_2 + e^- + H^+ \rightarrow HO_2^*$

-Óxido nítrico (NO^{\cdot}), El cual tiene efectos benéficos como agente vasodilatador, puede funcionar como un neurotransmisor y puede ser producido por macrófagos y actuar como asesino de parásitos. El óxido nítrico puede también ser dañino cuando reacciona con superóxido para formar el anión peroxinitrico. El estudio del (NO^{\cdot}) ha cobrado gran relevancia por la importante función fisiológica que desempeña, además es considerado un intermediario toxico importante por su condición de radical libre. Es un gas lipofílico e hidrosoluble, cuya vida media es relativamente larga (3-5 s). Su formación tiene lugar por una reacción en la que la enzima óxido nítrico-sintasa cataliza la conversión de L arginina a L-citrulina dando como sub producto NO^{\cdot} en numerosos tipos celulares. Dicha enzima presenta tres isoformas: la neuronal n-Nos (tipo I), la endotelial e-Nos (tipo III) y la inducible i-Nos (tipo II). Es capaz de inducir la peroxidación lipídica en lipoproteínas, interferir con la señalización celular por nitración de residuos tirosina, oxidar grupos tioles y guanosinas, de degradar carbohidratos y de fragmentar ADN. (29)

-Peróxido de hidrogeno (H_2O_2), El agua oxigenada se forma como resultado del estado de reducción de dos electrones de oxígeno, formado a partir del radical $O_2^{\cdot-}$ por dismutación,

o directamente del O_2 , no es un radical libre, pero su toxicidad es importante ya que atraviesa fácilmente las membranas. Muchas enzimas producen agua oxigenada a partir de oxígeno. También puede producirse por reacciones químicas, como la auto oxidación del ácido ascórbico catalizada por el cobre. Se convierte en agua por acción de la catalasa, un proceso que determina su vida media.

Una vez generados, los radicales libres se aparean rápidamente a un electrón desapareado cediendo o arrancando un electrón, uniéndose a otro radical libre o a una estructura molecular adyacente no radicalaria, con el fin de estabilizarse. La vida aerobia precisa oxígeno para oxidar los nutrientes provenientes de la dieta y obtener así energía. La reducción parcial de la molécula de oxígeno puede generar EROs como el hidropéroxido de hidrógeno (H_2O_2) y los radicales libres, superóxido ($O_2^{\bullet-}$), hidropéroxilo (HO_2) e hidroxilo (OH^{\bullet}). Los óxidos de nitrógeno, óxido nítrico, (ON) y dióxido nítrico (NO_2), son asimismo radicales libres.

El óxido nítrico presenta un especial interés al ser sintetizado por las células endoteliales como factor vasodilatador. Cuando el óxido nítrico reacciona con el superóxido se produce el peroxinitrito ($ONOO^-$), con un gran poder oxidante. La definición de radical libre también incluye los metales de transición cuando tiene uno o más electrones desapareados. A concentraciones moderadas y dada su corta existencia, los radicales libres pueden desempeñar un importante papel como mediadores en la regulación de varios procesos fisiológicos, como mediadores de los efectos del factor de crecimiento derivado de las plaquetas sobre las células musculares lisas, activadores de la adenilato-ciclasa o vasodilatador como en el caso del óxido nítrico (ON). Sin embargo, a concentraciones elevadas, pueden dañar la mayoría de los constituyentes celulares y son notablemente peligrosos para los organismos vivos.

Los radicales libres se sintetizan fisiológicamente en el organismo humano como parte del metabolismo energético, pero la producción se incrementa frente a diferentes agresiones como infecciones, ejercicio físico extremo, dietas desequilibradas, tóxicos alimentarios y contaminantes ambientales entre otros. Los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) son especialmente sensibles, dentro del grupo de los lípidos, al ataque de los radicales libres; los cuales pueden alterar la actividad celular, tanto a nivel de funciones de membrana, del metabolismo o de expresión genética. Los radicales libres son capaces de dañar (reversible

o irreversiblemente) todo tipo de compuestos, incluyendo ácidos nucleicos, proteínas y aminoácidos libres, lípidos, carbohidratos y macromoléculas del tejido conectivo. (29)

C. RADICALES LIBRES GENERADOS EN EL METABOLISMO HUMANO

Una vez generados, los radicales libres se aparean rápidamente a un electrón desapareado cediendo o arrancando un electrón, uniéndose a otro radical libre o a una estructura molecular adyacente no radicalaria, con el fin de estabilizarse. La vida aerobia precisa oxígeno para oxidar los nutrientes provenientes de la dieta y obtener así energía.

- **Oxidación proteica**

La oxidación proteica se define como una modificación covalente en una proteína inducida por especies reactivas. Los cambios oxidativos en proteínas pueden comportar diversas consecuencias en función, como la inhibición de la actividad enzimática, un incremento de la susceptibilidad a la agresión y proteólisis, un aumento o disminución de la captación celular y una alteración de la inmunogénesis.

Los carbonilos proteicos son los marcadores de la modificación oxidativa proteica más ampliamente utilizados, aunque existen otros como la o-tirosina, cloro-, nitro- y ditirosina. Las especies reactivas de oxígeno y nitrógeno, pueden oxidar los aminoácidos de proteínas formando los carbonilos proteicos, que han sido asociados con el envejecimiento y la severidad de algunas patologías (15)

- **Oxidación del ácido desoxirribonucleico**

El ADN en las células vivas sufre constantemente lesiones a nivel molecular seguidas de procesos fisiológicos de reparación. Los productos de las lesiones oxidativas del ADN, como nucleósidos y bases oxidados, tienen una naturaleza hidrofílica y suelen excretarse en orina sin sufrir cambios metabólicos. Cabe destacar que los productos de oxidación del ADN en orina representarían la proporción media de lesión en el organismo, mientras que el nivel de bases oxidadas en el ADN nuclear de una muestra sería la concentración específica de esa muestra.

Los marcadores de lesión oxidativa de ADN en humanos son la determinación de nucleósidos y bases oxidados en orina (8-oxo-2-deoxiguanosina, 8-oxoguanina, timinglucol, timin-glucol y 5-hidroximetiluracilo), y la detección de modificaciones en ADN aislado de tejido o células (15)

- **Peroxidación lipídica**

Los radicales libres inician y causan la peroxidación de los lípidos (triglicéridos, fosfolípidos, lipoproteínas), particularmente aquellos que componen las membranas celulares. La peroxidación lipídica es un proceso radicalario autocatalítico que transcurre en 3 etapas. La etapa de iniciación se desarrolla cuando los radicales libres captan un átomo de hidrogeno (H^+) de un carbono metileno de un AGPI, formándose un doble enlace alterno coplanar denominado DC. Tras la pérdida del átomo de hidrogeno, el átomo de carbono queda con un electrón desapareado generándose un radical carbonilo (R.) que se estabiliza formando un DC. En la etapa de propagación el DC reacciona con el oxígeno dando lugar a un radical peróxilo (ROO), El cual seguidamente capta otro H^+ de otro AGPI, dando lugar a un lipoperóxido (ROOH) y a otro radical carbonilo, iniciándose una reacción en cadena autocatalítica. En la fase de terminación 2 radicales carbonilos reaccionan entre ellos formando un producto estable e inactivo (R-R) o cuando un radical peroxilo es estabilizado por un antioxidante, un lipoperóxido es una especie químicamente bastante estable, pero en presencia de metales divalentes como el Fe^{2+} , puede generar un radical alcoxilo, que conlleva la formación de determinados productos terminales de oxidación de toxicidad diversas como el manoldialdehido, hidroxinonal y hexanal.

La peroxidación lipídica tiene un papel trascendental en la fisiopatología de la arteriosclerosis, sobre todo si consideramos la hipótesis oxidativa de la enfermedad arteriosclerótica (papel de la LDL oxidada) (15)

- **Estrés oxidativo en la salud humana**

El oxígeno es esencial para los organismos vivos. Sin embargo, la generación de especies reactivas del oxígeno (ROS) y radicales libres (RL) es inevitable en el metabolismo aeróbico. Estas especies oxidantes provocan daños acumulativos en moléculas fundamentales para el funcionamiento del organismo, tales como proteínas, lípidos y ADN. No obstante, el organismo tiene sus propios mecanismos de defensa para hacer frente a la acción de las especies oxidantes. En determinadas situaciones las defensas antioxidantes pueden verse desbordadas por la excesiva generación de ROS.

Este desequilibrio entre especies oxidantes y antioxidantes se conoce como estrés oxidativo, el cual está asociado a numerosas enfermedades y al proceso de envejecimiento. La dieta juega un papel importante en la prevención de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo, fundamentalmente a través del aporte de compuestos bioactivos de origen vegetal.

Entre ellos, las vitaminas hidrosolubles y liposolubles, carotenoides y una gran variedad de compuestos fenólicos, cuya actividad antioxidante y potenciales efectos beneficiosos están siendo ampliamente investigados en los últimos años. Así, las evidencias epidemiológicas que asocian el consumo de vegetales y frutas con una menor incidencia de enfermedades coronarias, junto con la mayor preocupación de los consumidores por mantener un estado de salud adecuado, está llevando a las industrias a diseñar alimentos que supongan un aporte extra de estos antioxidantes naturales.

2.2.3. MÉTODO CUPRAC (Copper Reduction Assay, Apak, et al. 2004)

Este ensayo es un método para valorar la concentración y la capacidad antioxidante en muestras biológicas, en muestras procedentes de la industria alimentaria, en cosméticos. Además, mediante este método se mide la capacidad antioxidante total de una muestra este diseño está basado en la reducción de Cu (II) a Cu (I) por la acción combinada de todos los antioxidantes (agentes reductores) en una muestra. El ensayo CUPRAC usa un compuesto relacionado neocuproina (2,9-dimethyl-1,10-phenanthroline), el complejo Cu (I) el cual absorbe a 450 nm.

El método CUPRAC tiene como fundamento el análisis de la intensidad de corriente obtenida al oxidar al complejo cobre (I)-neocuproina, obteniendo de esta manera datos relacionados con la concentración de los antioxidantes. Se presentan los resultados de la validación del método CUPRAC con la curva de adiciones estándar.

El método CUPRAC presenta su curva de calibración que contiene 6 concentraciones de trolox desde 0.01 umol – 0.03 umol – 0.04 umol – 0.05 umol hasta 0.06 umol y las absorbancias respectivas para cada concentración, esta curva de calibración, está establecida para cada alimento, las concentraciones son para determinar las absorbancias respectivas de las soluciones muestras. Esta curva de calibración nos sirve para determinar las soluciones muestras que deben encontrarse en el rango de concentración, respectivamente a las absorbancias obtenidas. Esto indica que la reacción establecida presenta menos errores, es más exacta, los resultados son obtenidos en milimoles gramos de trolox (umol/g trolox).

2.2.4. METODO FOLIN-CIOCALTEAU

La medida del contenido de fenoles totales se realiza utilizando el método de folinciocalteau, que determina la capacidad que tienen los polifenoles para reducir el Mo (VI) A Mo (V),

como resultado de tal reacción, el reactivo de color amarillo adquiere un intenso color azul que se mide con el espectrofotómetro.

Recta de calibración con la disolución de ácido gálico. La solución madre se prepara disolviendo 0.01g de ácido gálico en 10 ml de agua bi-distilada. A partir de esta solución se hacen diluciones que serán los distintos puntos de la recta, con unas concentraciones de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y 100, luego serán llevadas a la centrifuga a 1200 rpm.

2.2.5. Consumo habitual

La estimación de la ingesta dietética conlleva el obtener información sobre los alimentos consumidos por individuos o grupos. La estimación de la ingesta de nutrientes implica además el computo del contenido de energía y nutrientes de estos alimentos usando valores derivadas de las tablas de composición de alimentos, programas de análisis nutricional por computadora o análisis químico directamente de los alimentos.

2.2.6. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial de alimentos, da respuesta a un bagaje de preguntas que sobre la calidad de un producto se puedan formular.

Se hace referencia principalmente a si existen o no diferencia ente dos o más muestras o productos (pruebas discriminativas), se trata de describir y medir las diferencias que se puedan presentar (pruebas descriptivas) y por último se pretende conocer el grado de preferencia, de gusto o disgusto y de satisfacción que pueda presentar un panelista por un producto determinado.

Es así entonces que el análisis sensorial a través de cada una de las pruebas permite conceptuar sobre un producto alimenticio para así poder llegar a tomar decisiones.

A. PRUEBAS DE SATISFACCION

- **Escala hedónica verbal**

Principio de la prueba de escala hedónica verbal:

Consiste en pedirle a los panelistas que den su informe sobre el grado de satisfacción que tienen de un producto, al presentársele una escala hedónica o de satisfacción, pueden ser verbales o gráficas, la escala verbal va desde me gusta mucho hasta me disgusta mucho, entonces las escalas deben ser impares con un punto intermedio de ni me gusta ni me disgusta y la escala gráfica consiste en la presentación de caritas o figuras faciales.

Las características sensoriales como el olor, color, sabor, dulzor, textura y apariencia general, utilizando una escala hedónica de 5 puntos (Arcila y Mendoza, 2006; Castañeda et al., 2009), lo cual se muestran en el Cuadro 1.

CUADRO N° 01: ESCALA HEDÓNICA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LOS ATRIBUTOS DE SABOR, OLOR, COLOR, DULZOR, TEXTURA Y APARIENCIA GENERAL.

PUNTAJE	ESCALA DE MEDICIÓN
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta moderadamente
5	Me gusta mucho

Fuente: Arcila y Mendoza, 2006; Castañeda et al., 2009.

- **Escala hedónica facial**

Principio de la prueba de escala hedónica facial o gráfica:

La escala gráfica, se utiliza cuando la escala tiene un gran tamaño presentándose dificultad para describir los puntos dentro de esta, también se emplea cuando el panel está conformado por niños o por personas adultas con dificultades para leer o para concentrarse. Las escalas gráficas más empleadas son las hedónicas de caritas (Kramer y Twigg, 1972) con varias expresiones faciales. Los resultados obtenidos a través de esta prueba cuando se aplica a una población adulta no es muy confiable ya que les resulta ser un tanto infantiles. (30)

2.3. Marco conceptual.

- **Semilla de linaza:** La semilla de linaza es de 4 a 6 mm de longitud, aplanada, de forma oval y con un extremo aguzado. La cubierta de la semilla es de apariencia suave y brillante, y su color puede variar entre marrón oscuro y amarillo claro. (11)
- **Consumo habitual:** El consumo ya forma parte de las actividades cotidianas del sujeto. (31)
- **Satisfacción:** Es posible definir la satisfacción del cliente como el nivel del estado de ánimo de un individuo que resulta de la comparación entre el rendimiento percibido del producto o servicio con sus expectativas. (31)

- **Emoliente:** El emoliente es una bebida que se prepara sobre la base de granos tostados de cebada, extractos de hierbas medicinales, azúcar y jugo de limón. (25)
- **Región altiplánica:** El altiplano, también mencionado como altiplanicie, se refiere a una meseta que se encuentra a una altura muy elevada y que se caracteriza por contar con una extensión de importancia. Territorio que constituye una unidad homogénea en un determinado aspecto por circunstancias históricas, políticas, geográficas, climáticas, culturales, lingüísticas o de otro tipo. (32)
- **Antioxidante:** Los antioxidantes son compuestos los cuales pueden inhibir o retardar la oxigenación de otras moléculas inhibiendo la iniciación y/o propagación de las reacciones en cadena de los radicales libres. (29)
- **Polifenoles:** Los polifenoles son un grupo de sustancias químicas encontradas en plantas caracterizadas por la presencia de más de un grupo fenol por molécula. Los polifenoles son generalmente subdivididos en taninos hidrolizables, que son ésteres de ácido gálico de glucosa y otros azúcares; y fenilpropanoides, como la lignina, flavonoides y taninos condensados. (33)
- **Flavonoides:** Los flavonoides son compuestos fenólicos de 15 carbonos que se distribuyen en el reino vegetal en más de 2.000 especies de muy diversas familias. Debido a sus propiedades antioxidantes y secuestrantes de radicales libres, se consideran provechosos para la salud humana por su acción protectora en la terapia preventiva de diversas cardiopatías. (33)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo y diseño de la investigación

La investigación es de corte transversal de tipo descriptivo – analítico.

3.2. Ámbito de estudio

El presente trabajo de investigación realizó la determinación químico-proximal en el laboratorio del INIA. La determinación del consumo en la población de la ciudad de Puno.

3.3. Población y muestra

- **Población:** La población está conformada por 210 consumidores habituales de linaza en la ciudad de Puno.

CUADRO N° 02: AREAS DE VENTA DE LINAZA EN LA CUIDAD DE PUNO - POBLACION

AREAS DE VENTA DE LINAZA – PUNO	POBLACIÓN N° CONSUMIDORES
PLAZA DE ARMAS	200
BELLAVISTA	3
LAYKAKOTA	2
UNION Y DIGNIDAD	5
TOTAL	210

Fuente: Elaboración propia en base a ficha de observación.

- **Muestra:** La muestra fue conformada por 137 sujetos voluntarios para el grado de aceptación que cumplan con los criterios preestablecidos de inclusión y exclusión.

La fórmula que se usó para el tamaño de muestra fue:

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

En donde:

N = tamaño de la población

Z = nivel de confianza,

p = probabilidad de éxito, o proporción esperada

q = probabilidad de fracaso

d = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción).

CUADRO N° 0 3: AREAS DE VENTA DE LINAZA EN LA CIUDAD DE PUNO - MUESTRA

AREAS DE VENTA DE LINAZA – PUNO	MUESTRA N° CONSUMIDORES	PORCENTAJE (%)
PLAZA DE ARMAS	127	95.2%
BELLAVISTA	3	1.4%
LAYKAKOTA	2	0.9%
UNION Y DIGNIDAD	5	2.3%
TOTAL	137	100%

Fuente: Elaboración propia en base a ficha de observación.

Unidad de análisis: Para la evaluación del tipo de nuestras unidades de análisis de consumo y tipo de variedad son:

- Las semillas de dos variedades de semilla y mucílago linaza en la ciudad de Puno.
- Consumidores de semilla de linaza

3.4. Criterios de inclusión y exclusión:

A) Para el estudio de la semilla:

Inclusión:

- Semillas de linaza
- Semillas sin daño alguno (partiduras)

Exclusión:

- Semillas de linaza importadas de otras regiones

B) Para el estudio del grado de satisfacción:**Inclusión:**

- Adultos aparentemente sanos
- Consumidores habituales

Exclusión:

- Adultos con enfermedades aparentes (gripe, tos)

3.5. Consideraciones éticas

Para la investigación se explicó a los consumidores habituales sobre los objetivos de la investigación y se solicitó la participación voluntaria mediante la declaración voluntaria de la encuesta de consumo y la evaluación sensorial. Anexo (E)

3.6. Variables de estudio.

- **Variable independiente:** Composición químico-proximal de semilla de linaza y mucilago de linaza.
- **Variables dependientes:** Consumo de semilla de linaza y grado de Satisfacción

CUADRO N° 04: OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Dimensión	VARIABLES	Indicador	Índice
Valor nutricional	Independiente Composición química proximal de semilla y mucilago de linaza.	Energía	Kcal
		Proteínas	Porcentaje (%)
		Grasas	Porcentaje (%)
		Carbohidratos	Porcentaje (%)
		Cenizas	Porcentaje (%)
		Humedad	Porcentaje (%)
		Solidos totales	mg
		Ácidos fenólicos	mg
		Flavonoides	mg
		Lignanos	mg
Antioxidantes			
Hábitos alimentarios	Dependiente Consumo de semilla de linaza	Frecuencia	N° de veces de consumo
		Variedad	V1 Semilla de Linaza Peruana V2 Semilla de Linaza Boliviana
		Formas	Bebidas, panificación y otros
Aceptabilidad de consumo	Grado de Satisfacción	Escala Hedónica de 5 puntos	<ul style="list-style-type: none"> • Me disgusta mucho (1) • Me disgusta moderadamente (2) • No me gusta ni me disgusta (3) • Me gusta moderadamente (4) • Me gusta mucho (5)

Fuente: Elaboración propia.

3.7. Descripción detallada de los métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos para la recolección de datos.

3.7.1. Para análisis químico proximal de linaza

Se realizó la selección de muestra de semilla de linaza haciendo el pesaje en una balanza analítica 100g aplicando estrictamente los criterios de inclusión y exclusión de la muestra, seguidamente se procedió a la aplicación del análisis químico proximal.

A. Análisis de proteínas:

1. **Método:** Método 2.057. A.O.A.C.

2. **Técnica:** KJELDAHL-Willfart-Gunninfg.

3. Procedimiento:

- **Digestión:** se ha sometido a digestión la muestra en el aparato de micro-kjeldahl bajo una campana de extracción, con el matraz ligeramente inclinado usando baja T° al inicio y aumentando el calor a medida que precede la digestión, rotando los matraces de vez en cuando para asegurarse de que se digiera toda la muestra. La digestión terminó cuando el color de la muestra sea azul-verde claro.

El proceso tomó aproximadamente 90 min.

Se enfrió el matraz durante 4 min. Para que no se endurezca al solidificarse la muestra.

- **Destilación:** Se encendió la unidad destiladora, se ajustó la velocidad de destilación aprox. 5 ml. por minuto y se abrió la llave de agua para tener H₂O circulando por el refrigerante todo el tiempo luego se añadió la muestra a la cámara de ebullición por medio de un embudo y se enjuagó el matraz con aprox. 5ml de H₂O destilada.

Se colocó en un frasco Erlenmeyer con 10ml de ácido bórico y con 2 gotas de indicador y se añade aprox. 10ml de la solución de NaOH a la cámara de ebullición. Lentamente la mezcla se tornó oscura (azul-gris o café oscuro).

Se retiró el matraz y se limpió la unidad destiladora enjuagando la cámara de ebullición varias veces con agua destilada después se abrió la llave de la parte que permite salir la muestra hacia afuera de la unidad destiladora.

- **Titulación:** Se tituló la muestra con 0.1N de ácido clorhídrico (HCl). Un color violeta indicó el punto final de la titulación, se comparó este color con el blanco, cada equivalente del ácido clorhídrico (HCl) usando corresponde a un equivalente de NH₂ o a un equivalente de N en la muestra original.

El peso del N en mg está dado por mili equivalentes de ácido X 14 (el peso equivalente del N) luego se procedió a registrar.

4. **Instrumento:** Registro de certificación de análisis de laboratorio. Anexo (A)

B. Análisis de Grasas:

1. **Método:** Método 934.01 de la A.O.A.C.

2. **Técnica:** Soxhlet

3. **Procedimiento:**

- Se preparó la muestra (se secó y homogenizó), se pesó el papel filtro y posteriormente la muestra, de la diferencia de muestras se obtuvo la muestra.

En la estufa se secó el matraz/balón, luego se pesó y se taró el matraz, se colocó en el extractor el papel filtro con la muestra dentro de él y se añadió el solvente (éter de petróleo) en el extractor se midió la cantidad necesaria.

- Se calentó el solvente hasta el punto de ebullición de 35° C para que en estado gaseoso pase al condensador de reflujo en una estufa a 40 0 60° C.
- El condensador lo llevó a la fase líquida; el solvente cayó en un extractor que contiene el papel filtro con la muestra dentro de él, el solvente diluyó los lípidos de la muestra y tanto el solvente como la grasa atraviesan el papel.
- El solvente poco a poco llenó al extractor y a través del sifón se produce el reflujo que disuelve el solvente al balón junto con el material extraído (lípidos) de la muestra. Se enfrió y se pesó hasta que los pesos sean constantes. Luego se procede a registrar.

4. **Instrumento:** Registro de certificación de análisis de laboratorio. Anexo (A)

C. Determinación de cenizas:

1. **Método:** Calcinación

2. **Técnica:** Incineración Directa.

3. **Procedimiento:**

- Se pesó 5gr de muestra, se dejó un crisol por muestra en la mufla durante 15 min. A una T° de 550°- 600°C.
- Se enfrió el crisol en un desecador durante 15 a 20 min. Procurando no cerrar el desecador ya que el calor de los crisoles puede provocar que la tapa se proyecte y se rompa.
- Luego se pesó el crisol en la balanza analítica y se identificó con el número rotulado, se pesó el crisol con 1-2 gramos de muestra y se registró el peso exacto, seguidamente se incineró la muestra exponiéndola a la flama del mechero de Bunsen, esto precalentó entre 550°- 600°C durante 2 horas, se pesó el crisol con ceniza, se anotó el peso.

4. **Instrumento:** Registro de certificación de análisis de laboratorio. Anexo (A)

D. Determinación de carbohidratos:

Se realizó por diferencia de 100 y la suma de los otros componentes.

- % de carbohidratos = $100 - (\%P + \%F + \%C + \%G)$

En donde:

- %P: porcentaje de proteínas
- %F: porcentaje de fibras.
- %C: porcentaje de cenizas.
- %G: porcentaje de grasas.

E. Determinación de Materia Seca:

1. **Método:** Estufa con aire forzado

2. **Técnica:** Evaporación

3. **Procedimiento:**

- Se realizó en la evaporación total del agua entre 100-105 °C.
 - Dos muestras de 250 g de materia húmeda cada una.
 - Se secaron durante 72 h en estufa con circulación forzada de aire.
 - Finalizado este período, se pesó nuevamente la muestra y se estimó el % MS por diferencia de peso antes y después de la colocación en estufa.
 - Las dos repeticiones de cada muestra se promediaron para obtener uno solo.
 - Luego se procedió a registrar los datos obtenidos.
4. **Instrumento:** Registro de certificación de análisis de laboratorio. Anexo (A)

F. Determinación de fibra cruda:

1. **Método:** 962.09 de la A. O. A. C.

2. **Técnica:** Diferencial

3. **Procedimiento:**

- La muestra exenta de grasa se trató con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de potasio de concentraciones conocidas.
- El residuo se separó por filtración, se lavó, se desecó y se pesó el residuo insoluble, determinándose posteriormente su pérdida de masa por calcinación a 550°C.
- Los cálculos se hacen con la fórmula:

$$\% \text{ de fibra} = (MI - Mf) - M2/M \times 100$$

- Se procedió al registro de datos.

4. **Instrumento:** Registro de certificación de análisis de laboratorio. Anexo (A)

3.7.2. Determinación de compuestos fenólicos, flavonoides, lignanos y antioxidante.

A. Análisis de ácidos fenólicos, flavonoides y lignanos.

1. **Método:** Folin-Ciocalteu.

2. **Técnica:** espectrofotometría

3. Procedimiento:

- El contenido de flavonoides se determinó en función a polifenoles totales mediante el método, Folin-Ciocalteu.
- Se pesaron aproximadamente y por duplicado 1g de muestra de las dos variedades de chía.
- En un matraz se colocó la muestra con 100 ml de etanol para luego llevar a baño de ultrasonido de 10 a 15 minutos, a este proceso se le denomina ozonización.
- Una vez que las muestras están listas para su análisis se procede a realizar el filtrado con papel whatman N° 4.
- En una fiola de 100 ml se introdujeron los siguientes componentes en el siguiente orden:
 - 50 ml de agua destilada
 - 1 ml de la muestra
 - 5 ml reactivo folin-ciocalteu
 - 20 ml de carbonato de sodio al 20%
 - Se enraso con agua destilada hasta llegar a 100 ml
- Una vez mezclado todo el conjunto se agito y se guardó en oscuridad y a temperatura ambiente durante media hora. Transcurrido 30 minutos se analizó la reacción con un espectrofotómetro a 670 nm en una cubeta de 1 cm de paso de luz.

4. **Instrumento:** Registro de certificación de análisis de laboratorio. Anexo (A)

B. Análisis de antioxidante

1. **Método:** CUPRAC.

2. **Técnica:** analítico imparcial

3. Procedimiento:

- La actividad antioxidante se determinó de acuerdo al método CUPRAC (Copper Reduction Assay)
- Se pesó aproximadamente y por duplicado 10 gramos de cada muestra, esta se colocó en una fiola con 50 ml de metanol.
- Se llevó a baño de ultrasonido por 30 minutos, a este proceso se le denomina ozonización.

- Luego que las muestras están listas para su análisis se procede a realizar el filtrado con papel whatman N° 4.
 - Obtenida la muestra se coloca en tubos de ensayo con las siguientes proporciones de reactivos y muestra:
 - Muestra 0.5 ml
 - Cloruro de cobre 1 ml
 - Neocuproina 1 ml
 - Acetato de amonio 1 ml
 - Agua destilada 1.5 ml
 - Finalmente, con las muestras obtenidas, se deja por 30 minutos en la oscuridad luego se lleva al espectrofotómetro para proceder a la lectura correspondiente. A una longitud de onda de 450nm.
- 4. Instrumento:** Registro de certificación de análisis de laboratorio. Anexo (A)

3.7.3. Identificación del consumo de la semilla y mucilago de linaza

A. Para el consumo habitual

1. Método: Dietético

2. Técnica: Encuesta dietética

3. Procedimiento:

- Se fue a los lugares de expendio con mayor acogida de consumidores habituales de linaza.
 - Se informó sobre el consentimiento informado.
 - Se inició con la encuesta de consumo de linaza.
 - Se utilizó la ficha de encuesta de dietética de consumo.
 - Las personas consumidoras habituales analizaron y registraron las variedades de consumo, la frecuencia y las formas de consumo respectivamente.
- 4. Instrumento:** Registró de consumo habitual. Anexo (H).

3.2.4. Evaluación del grado de satisfacción de semilla y mucilago de linaza.

A. Para el grado de satisfacción

1. Método: Evaluación sensorial

2. Técnica: Escala hedónica

3. Procedimiento:

- Se fue a los lugares de expendio con mayor acogida de consumidores habituales de linaza, personas no entrenadas.

- Se informó sobre el consentimiento informado.
 - Se inició con la encuesta de consumo de linaza y seguidamente la evaluación de grado de satisfacción a través de la ficha de satisfacción.
 - Se utilizó la ficha de encuesta de consumo donde también se encuentra el grado de satisfacción.
 - Se utilizó una escala hedónica de 5 puntos donde la condición seleccionada corresponde a (mayor es mejor), en la ficha de encuesta.
 - Las personas analizaron y registraron la puntuación calificada en la ficha de evaluación.
- 4. Instrumento:** Ficha de Evaluación sensorial. Anexo (G).

CUADRO N° 05: CATEGORIAS DE GRADO DE SATISFACCIÓN Y SU INTERPRETACIÓN

PUNTAJE	CATEGORIA	INTERPRETACIÓN
1	Me disgusta mucho	Bajo
2	Me disgusta moderadamente	Bajo
3	No me gusta ni me disgusta	Indiferente
4	Me gusta moderadamente	Moderado
5	Me gusta mucho	Alto

FUENTE: elaboración propia.

3.8. Tratamiento estadístico

Para la interpretación de los datos, se utilizó la base de datos microsoft office excel 2016, auto administrada, dirigida al consumo habitual y composición de semilla y mucilago de linaza (*linum usitatissimum*) en la ciudad de Puno.

La estadística utilizada para el procesamiento de datos es descriptiva con porcentajes y promedios.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación de la composición química proximal de semilla y mucilago linaza (*linum usitatissimum*) en la ciudad de Puno.

TABLA N° 01: COMPOSICIÓN QUÍMICO PROXIMAL DE SEMILLA Y MUCILAGO DE LINAZA CURAHUASI, MUESTRA PERUANA, 2019.

DETERMINACIONES	LINAZA SEMILLA	MUCILAGO DE LINAZA
Humedad %	6.96	90.00
Materia seca %	93.04	10.00
Energía	425.70	226.49
Proteína (N*6.25) %	18.27	16.97
Grasa %	41.08	9.48
Carbohidratos ELN%	2.97	20.38
Fibra %	27.30	1.88
Cenizas %	3.72	2.05

FUENTE: Elaborado en base a registro de certificación de análisis de laboratorio, Junio del 2019.

Encontramos en la semilla de linaza en humedad con 6.96%, materia seca con 93.04%, energía con 425.70 kcal, proteína con 18.27%, grasa con 41.08 %, carbohidratos con 2.97%, seguido de fibra con 27.30% y cenizas con 3.72%. En lo que es mucilago de linaza fueron humedad con 90.00%, materia seca con 10.00%, energía con 226.49 kcal, proteína con 16.97%, grasa con 9.48 %, carbohidratos con 20.38%, seguido de fibra con 1.88% y cenizas con 2.05%.

Se argumentó que los valores que presentan la semilla de linaza es porque contiene materia seca con 93.04% y por tanto la semilla esta integra, el contenido de fibra también es de un valor alto a diferencia del mucilago que contiene el 90% de humedad y disminuye la materia seca al 10%, también disminuyen algunos nutrientes.

Según Colonia A. 2011. La linaza es rica en grasa, proteína y fibra dietética. En promedio la linaza café contiene 41% de grasa, 20% de proteína, 28% de fibra dietética total, 7.7% de humedad y 3.4% de ceniza, el cual es un residuo rico en minerales que se queda después de quemar las muestras. El contenido de proteína de la semilla se reduce en la medida que se incrementa el contenido de aceite. El contenido de aceite de la linaza puede ser alterado por

medio de métodos de cultivo tradicionales, y también es afectado por la geografía de la zona de producción. (18)

En los aceites de estas materias primas las cuales como es de otro estudio no se sabe a qué materia prima se refiere y se determinó la composición en ácidos grasos, contenido de tocoles y estabilidad oxidativa. La composición química se caracterizó por un alto contenido de grasa en chía y linaza, proteína en chía y linaza y fibra dietética en rosa mosqueta. (10)

Se puede observar que las diferencias son notables en los porcentajes de humedad y materia seca de la semilla de linaza y mucilago de linaza y también de algunos constituyentes como en la energía, carbohidratos, grasa, fibra, humedad y materia seca.

Según Malconson L. 2014. El consumo de linaza puede ayudar a reducir el riesgo de enfermedades crónicas que contribuyen significativamente en la morbilidad y mortalidad mundial. También el Institute of Medicine recomienda una proporción de omega-6 a omega-3 de 5:1 hasta 10:1.2. La linaza dietética puede mejorar significativamente esta proporción porque contiene mayor cantidad de ácidos grasos omega-3 que omega-6 (más de tres veces la cantidad). La ingesta dietética recomendada de AAL es 1.6 g/día para hombres y 1.1 g/día para mujeres. (26)

Con relación a los beneficios que presenta la linaza, en lignanos de la linaza, en particular el SDG, ejercen acciones relacionadas con las hormonas al competir con el estrógeno y la testosterona para ligar sus receptores respectivos e inhibir la enzima aromatasa, la cual convierte andrógenos en estrógeno. Otras acciones no relacionadas con las hormonas incluyen disminuir las aberraciones nucleares y daños genéticos, proliferación celular y metástasis y la producción de factores de crecimiento que fomentan la angiogénesis y el desarrollo de tumores. (16)

Los lignanos de la linaza también han demostrado que inhiben el crecimiento de células cancerosas en pacientes con cáncer a la próstata. (16) esto en relación con nuestro estudio muestra que los consumidores de linaza saben los beneficios que presentan para la salud.

TABLA N° 02: COMPOSICIÓN QUÍMICO PROXIMAL DE SEMILLA Y MUCILAGO DE LINAZA, MUESTRA BOLIVIANA, 2019.

DETERMINACIONES	LINAZA SEMILLA	MUCILAGO DE LINAZA
Humedad %	7.46	91.00
Materia seca %	92.54	9.00
Energía (kcal/100g)	424.44	222.66
Proteína (N*6.25) %	18.26	15.99
Grasa %	41.05	9.50
Carbohidratos ELN%	2.73	20.32
Fibra %	26.80	1.73
Cenizas %	3.70	2.10

FUENTE: Elaborado en base a registro de certificación de análisis de laboratorio, Julio del 2019.

El contenido que encontramos es de humedad con 7.46%, materia seca con 92.54%, energía con 424.44kcal, proteína con 18.26%, grasa con 41.05 %, carbohidratos con 2.73%, seguido de fibra con 26.80% y cenizas con 3.70%. En lo que es mucilago de linaza fueron humedad con 91.00%, materia seca con 9.00%, energía con 222.44 kcal, proteína con 15.99%, grasa con 9.50 %, carbohidratos con 20.32%, seguido de fibra con 1.73% y cenizas con 2.10%.

La linaza tiene alrededor de 40% de lípidos, 30% de fibra dietética y 20 % de proteína. La composición proximal varía considerablemente entre las variedades y de acuerdo a las condiciones ambientales en las que haya crecido la planta. En los cotiledones se encuentra el 87% de los lípidos y el 76% de la proteína de la semilla, en tanto que en el endosperma está sólo el 17% de los lípidos y el 16% de la proteína (33)

Según Magro M. 2015. En los resultados de la composición de las harinas de semilla de linaza precocidas por autoclave (HLGA) y por tostado (HLGT) presentan: humedad (7,88% y 9,45%). No se hallaron variaciones significativas en: Grasa (37,45% y 37,21%); proteína (18,92% y 18,21%); fibra bruta (15,87% y 15,32%); ceniza (3,21% y 3,24%) y carbohidratos totales (16,67% y 16,55%), respectivamente. (16)

Se puede observar que las diferencias son notables en los porcentajes de la semilla de linaza y mucilago de linaza, también de algunos constituyentes como en la energía, carbohidratos, grasa, fibra, humedad y materia seca.

Según Camones H. 2018. La semilla de linaza está asociada con mejorías en el nivel de hemoglobina glucosilada y del síndrome metabólico. Una dieta alta en fibra (25 a 50 g/día;

15-25 g/1000 kcal) es probablemente la más efectiva para la diabetes, debido al efecto de la fibra en la reducción de la glucemia (azúcar en la sangre), la insulinemia (exceso de insulina en la sangre) y la lipemia (presencia anormal de grasa en la sangre). (17)

Los alimentos que incorporan linaza molida pueden ayudar a reducir la glucemia postprandial (reacción después de la comida). La linaza también puede moderar el apetito y la ingesta energética, lo cual puede ayudar a controlar el peso y la diabetes.

4.2. Determinar los compuestos fenólicos, flavonoides, lignanos y antioxidantes de semilla y mucilago linaza del mucilago de linaza (*linum usitatissimum*) en la ciudad de Puno.

TABLA N° 03: COMPUESTOS FENÓLICOS, FLAVONOIDES, LIGNANOS Y ANTIOXIDANTES

DETERMINACIONES	Linaza Curahuasi		Linaza de Bolivia	
	Semilla	Mucilago	Semilla	Mucilago
Ácidos fenólicos mg/100	84	70	80	64
Flavonoides mg/100	56	28	60	30
Lignanos (Totales) mg/100	370	180	365	177
Antioxidantes (Vitamina E) mg/100	6.98	4.80	6.99	5.00

FUENTE: Elaborado en base a registro de certificación de análisis de laboratorio, Julio del 2019.

Se observa las determinaciones de ácidos fenólicos, flavonoides, lignanos totales y antioxidantes (vitamina E) de la semilla y mucilago de linaza Curahuasi peruana y boliviana. En donde los compuestos de la semilla de linaza Curahuasi fueron en ácidos fenólicos 84mg, flavonoides 56mg, lignanos 370mg y antioxidantes (vitamina E) 6.98mg. Los compuestos del mucilago de linaza Curahuasi (Puno) fueron ácidos fenólicos 70mg, flavonoides 28mg, lignanos 180mg y antioxidantes (vitamina E) 4.80mg.

Las determinaciones de semilla y mucilago de linaza (boliviana) fueron en ácidos fenólicos 80mg, flavonoides 60mg, lignanos 365mg y antioxidantes (vitamina E) 6.99mg. Los compuestos del mucilago de linaza Curahuasi (Perú) fueron ácidos fenólicos 64mg, flavonoides 30mg, lignanos 177mg y antioxidantes (vitamina E) 5.00mg.

Los polifenoles son fitoquímicos de bajo peso molecular, esenciales para el ser humano. Estos constituyen uno de los metabolitos secundarios de las plantas, más numerosos y

distribuidos por toda la planta, con más de 800 estructuras conocidas en la actualidad. Los polifenoles naturales pueden ir desde moléculas simples (ácido fenólico, hidroxitirosol, fenilpropanoides, flavonoides), hasta compuestos altamente polimerizados (ligninas, taninos). Los flavonoides representan el subgrupo más común y ampliamente distribuido y entre ellos los flavonoles son los más ampliamente distribuidos. (20)

En un estudio realizado por Hally H. (2014) se obtuvo que la capacidad antioxidante de las variedades que quinua fueron 5.41 mmol/g trolox negra collana, 5.86 mmol/g trolox rosada pasankalla, en comparación a los resultados obtenidos de las variedades de las dos variedades de linaza observamos que la linaza presenta un alto contenido de capacidad antioxidante en comparación a la quinua. (23)

Las alternativas en alimentos que contengan antioxidantes son un aporte para el beneficio y mejora de la salud, así se lograra mantener en equilibrio los procesos de óxido-reducción que ocurren en forma natural dentro del organismo y los que son ocasionados por el medio externo.

En los beneficios para la salud que presenta, en el cáncer de seno es sensible a las hormonas, los efectos antiestrogénicos de la linaza son de interés en la mitigación de la enfermedad. Un estudio de caso y control descubrió que el consumo de linaza y de pan de linaza reduce significativamente el riesgo de cáncer de seno en un 20 a 30%. Estos resultados se basan en los hallazgos de dos metaanálisis que reportaron una asociación entre una ingesta dietética alta en lignanos y una reducción en el riesgo de cáncer de seno postmenopáusicos. Los lignanos de la linaza también han demostrado que inhiben el crecimiento de células cancerosas en pacientes con cáncer a la próstata. (16) Nuestros consumidores de linaza al parecer toman en cuenta estos beneficios.

4.3. Identificación de las características (variedad, frecuencia, formas) del consumo de semilla y mucilago de linaza de la ciudad de Puno.

TABLA N° 04: VARIEDAD DEL CONSUMO DE SEMILLA DE LINAZA Y MUCILAGO DE LINAZA

VARIEDAD	N°	%
Linaza curahuasi (Perú)	123	90
Linaza (Bolivia)	14	10
TOTAL	137	100

FUENTE: Elaborado en base a encuestas de consumo. 2019

Se observa la variedad de linaza que mayormente se consume en la ciudad de Puno, de los

cuales fueron linaza Curahuasi (Perú) y linaza (Bolivia) donde se muestra que la linaza Curahuasi (Perú) con un 90% y la linaza (Bolivia) con un 10%, claramente se puede observar la gran diferencia que presenta entre las dos variedades de linaza que se expenden en la ciudad de Puno.

Existen variedades de semillas de color amarillo o doradas y de color marrón; a pesar de la creencia de que el color externo de la semilla es un indicador de la composición química de la linaza, no se han encontrado variaciones que sustenten que haya una diferencia entre ellas más allá de las causadas por las condiciones de cultivo.

Según Zoitza E. (2012). Se evaluó la propiedad antioxidante de la semilla de linaza cultivada en Venezuela y se comparó con una variedad canadiense, donde se determinó que la linaza venezolana contiene mayor contenido de polifenoles que la canadiense, pero la capacidad antioxidante de esta última es mayor. (11)

El consumo mayoritario de linaza Curahuasi (Perú) se debe comúnmente a la utilización de esta como una medicina casera, ya que varios estudios muestran múltiples propiedades beneficiosas a la salud, tanto preventivas como curativas sobre todo si la incorporamos a nuestra dieta diaria.

TABLA N° 05: FRECUENCIA DE CONSUMO DE SEMILLA Y MUCILAGO DE LINAZA

FRECUENCIA DE CONSUMO	Semilla de linaza		Linaza granulada		Harina de linaza		Bebida (Emoliente de linaza)	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
1 vez por semana	2	1.45	1	0.72	4	2.98	0	0
2-3 veces por semana	0	0	0	0	0	0	55	40.14
5-6 veces por semana	0	0	0	0	0	0	75	54.74
TOTAL	137							

FUENTE: Elaboración en base a encuestas de consumo, 2019.

Se observa la frecuencia de consumo de la linaza en donde se muestra que la frecuencia con mayor consumo es la bebida (emoliente de linaza), el 54.74% indican que consumen con una frecuencia de 5-6 veces por semana a diferencia del 40.14% que indican que consumen con una frecuencia de 2-3 veces por semana y nadie consume 1 vez por semana, en lo que respecta a harina de linaza solo el 2.98% indican que consumen de 1 vez por semana, en la semilla de linaza indican que solo el 1.45% consumen con una frecuencia de 1 vez por semana y linaza granulada el 0.72% indican que consumen con una frecuencia de 1 vez por

semana.

La incorporación de linaza en alimentos y en dietas para animales tiene grandes ventajas, ya que ayuda en la inhibición de enfermedades y en la promoción de la salud. Debido a que estas sustancias han mostrado tener efectos anti-cáncer, se sugiere que el consumo de linaza reduciría el riesgo de desarrollar cáncer de pecho y de próstata y su acción antioxidante reduciría el riesgo de las enfermedades coronarias.

Sin embargo, todavía no se establece completamente la cantidad y frecuencia de consumo de linaza que asegure los beneficios señalados. Esto se debe en parte, a que no hay información completa respecto de la biodisponibilidad de los lignanos, incluyendo su absorción, distribución, metabolismo y excreción debido a las dificultades existentes en los análisis de lignanos en las semillas, en los fluidos y tejidos corporales. (28)

Dado el gran número de investigaciones realizadas respecto de los beneficios para la salud en conjunto con la seguridad del consumo de linaza, se puede decir que esta semilla puede ser un ingrediente alimentario efectivo en el mejoramiento del estado de salud de las personas. La recomendación más frecuente es de 1 a 3 cucharadas por día de grano molido, teniendo en cuenta que una cucharada (aproximadamente 8 g) entrega 3,3 g de lípidos; 1,8 g de AAL; 1,6 g de proteína; y 2,2 g de fibra dietética total. (33) así mismo en nuestro estudio se muestran resultados parecidos ya que los consumidores tienen interés en los beneficios de la linaza.

TABLA N° 06: FORMAS DEL CONSUMO DE SEMILLA Y MUCILAGO DE LINAZA

FORMAS DE CONSUMO	N°	%
Semilla de linaza	2	1.45
Linaza granulada	1	0.72
Harina de linaza	4	2.91
Bebida (Emoliente de linaza)	130	94.89
TOTAL	137	100

FUENTE: Elaboración en base a encuestas de consumo. 2019

Se observa las formas de consumo en la ciudad de Puno, en donde se muestra que la bebida (emoliente de linaza) tiene un 94.89%, la harina de linaza con 2.91%, la semilla de linaza con 1.45% y linaza granulada con 0.72%. La forma de consumo con mayor preferencia en la ciudad de Puno es la bebida (emoliente de linaza) con 94.89%.

En los últimos años ha habido un creciente interés por conocer las propiedades tecnológicas

de las harinas de plantas las que están determinadas por las características físicas y químicas y la interacción entre componentes (proteínas, hidratos de carbono, pectinas, gomas). Estas propiedades son uno de los criterios principales utilizados para decidir el uso, utilidad y aceptabilidad de las harinas en los sistemas alimenticios. (33)

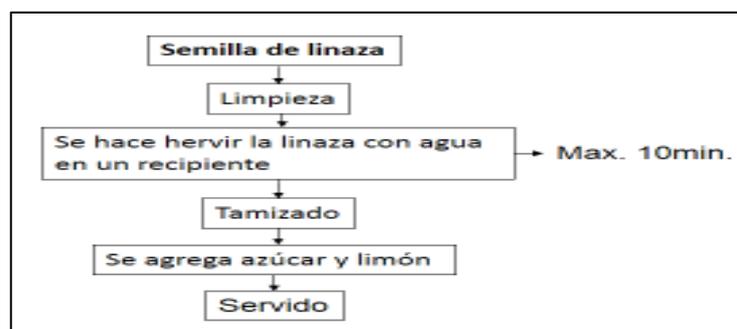
La linaza entera se puede utilizar en cremas de avena que lleven granos enteros y se puede espolvorear en ensaladas y, antes de hornearlos, en panecillos, y panes para darles un aspecto agradable y una textura crujiente. La linaza finamente molida es la mejor para utilizar en bebidas y pastas, mientras que la gruesa contribuye al aspecto de productos como las barras de refrigerio (snack), en jugos. Las investigaciones efectuadas por el Food Development Centre (Portage la Prairie, Manitoba) descubrieron que el pan preparado con linaza molida más gruesa tenía más volumen que el pan preparado con la linaza molida más fina. (25)

Los alimentos que incorporan linaza molida pueden ayudar a reducir la glucemia postprandial (reacción después de la comida). La linaza también puede moderar el apetito y la ingesta energética, lo cual puede ayudar a controlar el peso y la diabetes.(16) La linaza contiene mucílago, sustancia gomosa que es un tipo de fibra soluble que forma una solución viscosa al mezclarse con agua. La fibra soluble ayuda a reducir el colesterol sérico, la presión arterial, la inflamación y, por lo tanto, reduce el riesgo de enfermedades crónicas.

Existen muchas formas en la que se pueden consumir la linaza y quizás más saludables aun, pero no son la forma de consumo más habituales en nuestro medio y talvez requieren una mayor industrialización de este producto.

Dentro de las formas más consumidas se encuentra la forma de emoliente de linaza y continuación se explica cómo esta es preparada en los lugares de expendio. El emoliente es una bebida que se prepara en base a la semilla de linaza, donde se hace hervir durante 10 minutos luego se tamiza y se agrega azúcar y jugo de limón.

CUADRO N° 06: FLUJOGRAMA DE ELABORACIÓN DE EMOLIENTE DE LINAZA



FUENTE: elaboración propia en base a ficha de observación.

4.4. Evaluación el grado de satisfacción del consumo de semilla y mucilago de linaza en la población de la ciudad de Puno.

TABLA N° 07: GRADO DE SATISFACCIÓN DE LA SEMILLA DE LINAZA

Semilla de linaza	Color		Olor		Sabor		Apariencia		Aspectos generales	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1. Me disgusta mucho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Me disgusta moderadamente	0	0	1	50	0	0	0	0	0	0
3. No me gusta ni me disgusta	2	100	0	0	2	100	2	100	0	0
4. Me gusta moderadamente	0	0	1	50	0	0	0	0	2	100
5. Me gusta mucho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	2	100	2	100	2	100	2	100	2	100

FUENTE: Elaboración en base a ficha de satisfacción, 2019.

Se observa que, en el grado de satisfacción de la semilla de linaza en la ciudad de Puno, en la categoría color, el 100% de consumidores calificaron con puntuación 3, en la categoría olor el 50% califican con una puntuación de 2 y el 50% calificaron con puntuación 4, en la categoría sabor el 100% de consumidores califican con puntuación de 3, en lo que respecta a la categoría de apariencia general el 100% califican con puntuación de 3 y en la categoría de aspectos generales el 100% de consumidores calificaron con puntuación de 4.

Para la evaluación sensorial se aplicó un test con escala hedónica a 20 panelistas semientrenados, únicamente se evaluó sabor. Las cookies con mayor X1 presentaron mayor puntuación. La formulación óptima dentro de los rangos estudiados fue F3 (12% X1 y 3% X2) (7,72 % de ácido graso omega 3; 37,54% de ácido graso omega 6; y aceptabilidad de 6,58 en una escala de 7 puntos). (14)

La puntuación con mayor grado de satisfacción de la semilla de linaza fue 3 con no me gusta ni me disgusta, sin embargo, en el estudio se evaluó todos los sentidos, lo cual muestra que la población de la ciudad de Puno, no diferencia la significancia de las puntuaciones utilizadas según la escala hedónica que presenta a mayor puntuación mejor.

Esto significa que a pesar de esta indiferencia respecto a aspectos hedónicos del alimento la población busca y consume la linaza, no necesariamente por aspectos relacionados a las categorías de color, olor, sabor, apariencia o aspectos generales. Concluimos que el consumo está relacionado a otros factores.

TABLA N° 08: GRADO DE SATISFACCIÓN DE LINAZA GRANULADA

Linaza granulada	Color		Olor		Sabor		Apariencia		Aspectos generales	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1. Me disgusta mucho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Me disgusta moderadamente	0	0	1	100	0	0	0	0	0	0
3. No me gusta ni me disgusta	1	100	0	0	1	100	0	0	1	100
4. Me gusta moderadamente	0	0	0	0	0	0	1	100	0	0
5. Me gusta mucho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100

FUENTE: Elaborado en base a ficha de satisfacción, 2019.

Se observa las puntuaciones en la linaza granulada en la ciudad de Puno, donde la categoría de color con el 100% de consumidores calificaron con puntuación de 3, en la categoría de olor el 100% calificaron con puntuación de 2, en la categoría de sabor el 100% calificaron con puntuación de 3, en la categoría de apariencia el 100% calificaron con puntuación de 4 y en lo que respecta a la categoría de aspectos generales el 100% calificaron con puntuación 3 de la escala hedónica.

Según Salvatierra Y. 2016. Evaluó el efecto del enriquecimiento en cookies con aceite tarwi (X1) y semillas de chía (X2) en sus características tecnológicas y sensoriales, para lo cual se usó un planeamiento experimental de optimización de procesos por superficie de respuesta mediante un diseño central composicional rotacional (DCCR) 22 dando un total de 11 tratamientos, siendo los niveles de X1 (4; 6; 9; 12; 14 %) y X2 (2; 3; 6; 9; 10 %) y un control (F0) elaborado con harina de trigo sin ninguna sustitución en la formulación. Las características tecnológicas evaluadas fueron: composición ácido grasos (GC), textura instrumental y color (método CIELab). Los resultados muestran que X1 mejora el color y dureza, mientras ácido graso Omega 6, ácido graso Omega 3 y fracturabilidad tuvieron influencia significativa por ambos factores (X1, X2). Para la evaluación sensorial se aplicó un test con escala hedónica a 20 panelistas semientrenados, únicamente se evaluó sabor. Las cookies con mayor X1 presentaron mayor puntuación. La formulación óptima dentro de los rangos estudiados fue F3 (12% X1 y 3% X2) (7,72 % de ácido graso omega 3; 37,54% de ácido graso omega 6; y aceptabilidad de 6,58 en una escala de 7 puntos). (14) sin embargo en nuestro estudio la evaluación con consumidores no entrenados.

Los porcentajes obtenidos son notables que, en la ciudad de Puno, el consumo de linaza granula fue evaluada con el consumo de su propio producto y el resultado obtenido es poco,

ya que no es conocida y falta promover esta forma de consumo por tanto aprovechar los nutrientes de este producto.

TABLA N° 09: GRADO DE SATISFACCIÓN DE HARINA DE LINAZA

Harina de linaza	Color		Olor		Sabor		Apariencia		Aspectos generales	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1. Me disgusta mucho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Me disgusta moderadamente	0	0	1	25	0	0	2	50	0	0
3. No me gusta ni me disgusta	3	75	2	50	1	25	1	25	1	25
4. Me gusta moderadamente	1	25	1	25	3	75	1	25	3	75
5. Me gusta mucho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	4	100	4	100	4	100	4	100	4	100

FUENTE: Elaboración en base a ficha de satisfacción, 2019.

Se muestra el grado de satisfacción de la harina de linaza donde la categoría de color el 75% de consumidores calificaron con puntuación 3 a diferencia del 25% que calificaron con puntuación 4 respectivamente, en la categoría de olor el 50% calificaron con puntuación mayor de 3 seguido del 25% que calificaron con puntuación 2 y 25% con puntuación 4, en la categoría de sabor el 75% calificaron con puntuación mayor 4 seguido del 25% que calificaron con 3 puntos, en la categoría de apariencia el 50% calificaron con 2 puntos como puntuación mayor, seguido del 25% con 3 puntos y 25% con puntuación 4, en la categoría de aspectos generales el 75% calificaron con puntuación 4 a diferencia del 25% que calificaron con 3 puntos según la escala hedónica.

La harina de linaza tiene agradables características sensoriales como sabor a nuez, color dorado, buena textura que la hacen atractiva como ingrediente de diversos alimentos. Durante la elaboración de la harina se generan compuestos volátiles y se liberan algunos compuestos fenólicos que le dan un suave amargor. Sin embargo, no existe información disponible de sus propiedades tecnológicas y su comportamiento en un sistema alimenticio complejo. (33) Esto es similar al grado de satisfacción obtenida respecto a la harina de linaza. La evaluación sensorial de HLGA y HLGT, en atributos: aroma y consistencia, realizado por Magro M. se encontró diferencias significativas, donde se obtuvo que la HLGT es de calificación Buena, y que la HLGA obtuvo una calificación promedio de Regular. (15) Sin embargo en nuestro estudio se encontró diferencias según a los atributos obtenidos.

TABLA N° 10: GRADO DE SATISFACCIÓN DE BEBIDA (EMOLIENTE DE LINAZA)

Bebida (emoliente de linaza)	Color		Olor		Sabor		Apariencia (viscosidad)						Aspectos	
							espeso		medio		liquido		generale	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
1. Me disgusta mucho	5	3.8	8	6.2	2	1.5	0	0	2	1.5	1	0.8	5	3.8
2. Me disgusta moderadamente	30	23	31	24	7	5.4	0	0	12	9.2	10	7.7	19	15
3. No me gusta ni me disgusta	55	42	52	40	33	25	15	12	18	14	13	11	50	38
4. Me gusta moderadamente	35	27	11	8.5	64	49	20	15	15	12	4	3.1	35	27
5. Me gusta mucho	5	3.8	28	22	24	18	15	12	3	2.3	2	1.5	21	16
TOTAL	130	100	130	100	130	100	50	38	50	38	30	24	130	100

FUENTE: Elaboración en base a ficha de satisfacción, 2019.

Se observa el grado de satisfacción de la bebida (emoliente de linaza) donde, la categoría de color 42% calificaron con 3 puntos, seguido del 27% que calificaron con 4 puntos, el 23% calificaron con 2 puntos y el 3.8% calificaron con 1 punto respectivamente, en la categoría de olor el 40% calificaron con puntuación 3, seguido del 24% con puntuación 2, el 22% con 5 puntos, el 8.5% con puntuación 4 y el 6.2% con puntuación 1 respectivamente, en la categoría de sabor el 49% con puntuación 3, seguido del 25% con 4 puntos, el 18% con 5 puntos, el 5.4% con 2 puntos y 1.5% con 1 punto respectivamente, en la categoría de apariencia la clasificación de viscosidad con mayor porcentaje obtuvo el 38% indicaron espeso, el 38% indicaron medio y el 24% indicaron líquido, dentro de los cuales la clasificación espeso donde el 15% con puntuación 4, seguido de 12% con 3 y 12% con 5 puntos respectivamente. En la clasificación medio el 14% con 3 puntos, el 12% con 4 puntos y 9.2% con puntuación 2. En la clasificación de líquida el 11% con puntuación de 3, seguido del 7.7% con puntuación 2. En lo que respecta a la categoría de aspectos generales el 38% calificaron con puntuación 3, el 27% con puntuación 4, seguido de 16% con 5 puntos, el 15% con 2 puntos y 2.8% con 1 puntos respectivamente.

En el estudio de Ore M. donde se evaluaron propiedades fisicoquímicas y sensoriales de yogurt natural batido con mucilago de linaza, las cuales fueron evaluadas sensorialmente por un panel de 21 jueces no entrenados, siendo el más aceptable a T= 42°C con una concentración al 2%, con un análisis químico proximal obteniéndose una humedad de 82.77%, proteína 4.87%, grasa 3.05%, fibra 1.09%, ceniza 3.04%, carbohidratos 5.18%, a un pH de 4.49, una acidez de 0.64 % de ácido láctico. Además, se hizo una comparación del yogurt natural batido con mucilago de linaza, y el yogurt comercial teniendo una viscosidad

de la muestra del yogurt batido con mucilago de linaza con 492.706 cP y del yogurt comercial con 465.616 cP, donde la elección preferida fue la muestra de yogurt batido con mucilago de linaza.(19) Así mismo en nuestro estudio se encontró valores similares con respecto al grado de satisfacción del emoliente de linaza.

Finalmente queda rechazada nuestra hipótesis respecto al grado de satisfacción donde mencionábamos: “La semilla y mucilago de linaza en la ciudad de Puno presenta composición adecuada para la salud. El consumo habitual de linaza es elevado en forma de emoliente y presenta un grado de satisfacción alto.” El resultado fue un grado de satisfacción; moderado.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos de la semilla de linaza Curahuasi (Perú) y semilla linaza boliviana tienen valores similares en humedad con 6.96% y 7.4%, materia seca 93.04% y 92.54%, proteína 18.27% y 18.26%, grasa 41.08% y 41.05%, carbohidratos 2.97% y 2.73%, fibra 27.30% y 26.80% y cenizas 3.72% y 3.70% respectivamente, y presenta un valor diferente en energía siendo la diferencia de 1.26%. La composición de la muestra de mucilago de linaza Curahuasi (Perú) y mucilago de linaza boliviana también tienen valores similares en humedad 90% y 91%, materia seca 10% y 9%, proteína 16.97% y 15.99%, grasa 9.48% y 9.50%, carbohidratos 20.38% y 20.32%, fibra 1.88% y 1.73% y cenizas 2.05% y 2.10% respectivamente, y presenta un valor diferente en energía con una diferencia de 3.83%.
- Se determinaron los compuestos en la semilla de linaza Curahuasi (Perú) y semilla de linaza boliviana encontrando valores similares en antioxidantes (vitamina E) con 6.98mg y 6.99mg respectivamente, y presentan valores diferentes en ácidos fenólicos 84mg y 80mg donde la semilla peruana contiene mayor cantidad (84mg), así mismo en flavonoides 56mg y 60mg donde la semilla boliviana contiene mayor cantidad (60mg), lignanos 370mg y 365mg donde la semilla peruana contiene mayor cantidad con 370mg. Los resultados obtenidos en el mucilago de linaza Curahuasi (Perú) y mucilago de linaza boliviana que presentan valores similares en flavonoides 28mg y 30mg, antioxidantes (vitamina E) 4.80mg y 5.00mg respectivamente, y con valores diferentes en ácidos fenólicos 70mg y 64mg donde la muestra peruana contiene mayor cantidad con 70mg, lignanos 180mg y 177mg donde la muestra peruana contiene mayor cantidad con 180mg.
- El 90% de consumidores de linaza consumen la variedad Curahuasi (Perú) y el 10% de consumidores consumen la variedad de linaza boliviana. El 54.74% de consumidores consumen emoliente de linaza con una frecuencia de 5-6 veces por semana a diferencia del 40.14% que indicaron que consumen de 2-3 veces por semana. La forma de consumo en la ciudad de Puno fue en bebida como emoliente de linaza en un 94.89% de consumo.
- Se evaluó el grado de satisfacción del consumo de semilla y mucilago de linaza en la población de la ciudad de Puno, donde la bebida (emoliente de linaza) fue la que obtuvo mejor grado de satisfacción con la categoría me gusta moderadamente en el 49% de consumidores.

- Concluimos que la semilla y mucilago de linaza presenta composición adecuada para la salud y el consumo es elevado en forma de el emoliente presentando un grado de satisfacción moderado.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

- Analizar los componentes como los ácidos grasos esenciales de la semilla y mucilago de linaza donde el aporte científico influenciaría el consumo de este alimento.
- Promover el consumo de linaza de ambas variedades peruana y boliviana en sus diferentes preparaciones, formas y cantidades adecuadas.
- Referenciar en las tablas de composición química de alimentos peruanos, compuestos como capacidad antioxidante y contenido de flavonoides ya que son importantes, para la salud de las personas.
- Realizar estudio de mercado de la linaza para la comercialización de sus formas de consumo.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Pajuelo J. Valoración del estado nutricional en la gestante. *Rev Perú Ginecol Obstet.* 2014;60:1–5.
2. Ruiz ÁJ. Dislipidemias y riesgo cardiovascular: ¿Tiempo para un nuevo enfoque en lípidos? *Rev Colomb Cardiol [Internet].* 2009;16(5):214–20. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcca/v16n5/v16n5a4.pdf>
3. Escott-Stump S. *Nutrición, diagnóstico y tratamiento.* 5ta ed. México: McGraw Hill; 2005.
4. Murray R, Mayas P, Granner D, Rodwell H. *Bioquímica Ilustrada.*
5. OMS. Global Health Observatory (GHO) [Internet]. 10 leading causes of death, by income group. 2008. Available from: https://www.who.int/gho/mortality_burden_disease/causes_death_2008/en/
6. Velásquez A. a carga de enfermedad y lesiones en el peru. *Rev Peru Med Exp Salud Publica [Internet].* 2009;26. Available from: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v26n2/a15v26n2.pdf>
7. Morales A. *Fruto terapia, nutrición y salud.* Colombia. eco ediciones, editor. 2008.
8. Carrillo-Vargas L, Mesta-Corral M, Rocha-Romo BY, Fernández-Michel S, Froto-Madariaga L. Influencia de la adición de harina de linaza parcialmente desengrasa (*linum usitatissimum*) en la aceptación de galletas tipo polvorón sabor chocolate. *Investig y Desarro en Cienc y Tecnol Aliment [Internet].* 2016;1(2):491–5. Available from: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/6/85.pdf>
9. Bassett C, Rodriguez-Leyva D, Pierce G. Experimental and clinical research findings on the cardiovascular benefits of consuming flaxseed. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2009 Oct 1;34:965–74.
10. Jimenez P, Masson L, Quistral V. Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3. *Rev Chil Nutr [Internet].* 2013;40. Available from: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v40n2/art10.pdf>
11. Cuevas ZO, Sangronis E. *Minerales Linaza.* 2012;62(5):192–200.
12. Figuerola F, Muñoz O, Estévez A. La linaza como fuente de compuestos bioactivos para la elaboración de alimentos. *Agro Sur [Internet].* 2008;36(2):49–58. Available from: <http://mingaonline.uach.cl/pdf/agrosur/v36n2/art01.pdf>
13. Fuentealba C. Determinación De La Bioaccesibilidad De Lignanos De Linaza Mediante Un Simulación in Vitro Del Proceso Digestivo Claudia. 2018;229.
14. Salvatierra-pajuelo YM, Azorza-richarte ME, María L. Optimización de las características nutricionales, texturales y sensoriales de cookies enriquecidas con chía (*Salvia hispánica*) y aceite extraído de tarwi (*Lupinus mutabilis*). *Sci Agropecu Website [Internet].* 2018;10(1):7–17. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7017601>
15. Calvi K, Almeida L De, Fernandes FS. Efecto de la semilla de linaza (*linum*

- usitatissimum) en el crecimiento de ratas wistar. 2008;35:443–51.
16. Magro M. Caracterización fisicoquímica, químico proximal y sensorial de harina pre-cocida a partir de semilla germinada de linaza (*Linum Usitatissimum*) mediante autoclavado y tostado. [Internet]. Universidad Nacional del Centro del Perú; 2015. Available from: http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1296/tesis_harina_2.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 17. Camones H, Vásquez C. Determinación del efecto del consumo de chía (*Salvia hispánica*) y linaza (*Linum usitatissimum*) sobre la presión arterial en ratas Sprague Dawley hipertensas [Internet]. Universidad Peruana Unión; 2018. Available from: https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/1190/Heydi_Tesis_Titulo_2_018.pdf?sequence=3&isAllowed=y
 18. Colonia Rivera AB de M, Colonia Rivera AB de M. Efecto del consumo de linaza (*Linum usitatissimum*) sobre el perfil lipídico de adultos aparentemente sanos, Lima, 2011. Univ Nac Mayor San Marcos [Internet]. 2012; Available from: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/1164>
 19. Ordoñez J, Rodríguez J. Extracción de un polímero natural (goma) de las semillas de lino (*usitatissimum*) para uso industrial. [Internet]. Universidad Nacional de Trujillo; 2011. Available from: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3346>
 20. Ore M, Ore Y. Efecto de la termoestabilidad del mucílago de linaza (*linum usitatissimum*) en el yogurt [Internet]. Universidad Nacional del Centro del Perú; 2009. Available from: http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2640/Ore_Travezaño.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 21. Repo R, Encina C. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de cereales andinos: quinua (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Rev Soc Quím Perú* [Internet]. 2008;74(2):85–99. Available from: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v74n2/a02v74n2.pdf>
 22. Llanos E. Capacidad antioxidante de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) con y sin cáscara : [Internet]. Universidad Nacional de San Marcos; 2009. Available from: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/778/Llanos_ce.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 23. Hally H. Factores asociados con el consumo de quinua en estudiantes de 4to y 5to de las I.E. Secundarias del Distrito de Puno – 2016. Universidad Nacional del Altiplano; 2017.
 24. Quiñones R. Influencia de la Linaza en el Control Glicémico y Perfil Lipídico de Pacientes Ambulatorios Diabéticos Tipo II del Hospital Regional del Cusco - 2015. [Puno]: Universidad Nacional del Altiplano; 2016.
 25. Abu S. Descripción y Composición de la Linaza [Internet]. El valor nutricional de la linaza. p. 9–21. Available from: <https://rpp.pe/lima/actualidad/el-valor-nutricional-de-la-linaza-noticia-368638>
 26. Malcomson L. La linaza, antiguo grano rico en beneficios para la salud y la cocina.

- Helathyflax Org [Internet]. 2014;6. Available from: <https://healthyflax.org/>
27. Castellanos L, Rodriguez M. El efecto de omega 3 en la salud humana y consideraciones en la ingesta. *Rev Chil Nutr* [Internet]. 2015;42:1–6. Available from: <http://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v42n1/art12.pdf>
 28. García R, Sánchez-Pinilla R, Cabezas C, García D, Adell M, Robledo T. Recomendaciones sobre estilo de vida. 2001 Jan 1;28.
 29. Londoño Londoño J. Parte Iii / Part Iii. :129–62.
 30. Alarcon E. Blog avibert [Internet]. Prueba de satisfacción. Available from: <http://avibert.blogspot.com/2013/02/pruebas-de-satisfaccion-evaluacion.html>
 31. Andres E, Arbues M, Cros J. Consumo y Consumismo [Internet]. Consumo y Consumismo. 2007. Available from: <https://consumoyconsumismo.blogspot.com/2007/>
 32. Cortés Samper C. Estrategias de desarrollo rural en la UE: definición de espacio rural, ruralidad y desarrollo rural. *J Chem Inf Model*. 2019;53(9):1689–99.
 33. Hirano R, Sasamoto W, Matsumoto A, Itakura H, Kondo K. Capacidad antioxidante de diversos flavonoides contra los radicales DPPH y LDL. *Def del Col Médico Nac*. 2001;47:357–62.

ANEXOS

ANEXO " A "

CERTIFICADO DE ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE SEMILLA Y MUCILAGO DE LINAZA (PERU)



PERÚ Ministerio de Agricultura y Riego



CERTIFICADO DE ANALISIS

SOLICITANTE : Yeni Mamani Bautista
 DIRECCION :
 INTERESADO :
 PROCEDENCIA : Puno.
 PRODUCTO : Linaza.(Curahuasi)
 CANTIDAD : 328 gr.
 MUESTREO : Interesado.
 TIPO DE ANALISIS : Análisis Proximal.
 N° DE ANALISIS : 02.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 25 de Junio del 2019.
 FECHA DE CERTIFICACIÓN : 28 de Junio del 2019.

DETERMINACIONES FISICO QUIMICAS:

Determinaciones	Linaza Grano	Mucilago de Linaza
Humedad %	6,96	90,00
Materia Seca %	93,04	10,00
Proteína (N x 6.25) %	18,27	16,97
Fibra %	27,30	1,88
Cenizas %	3,72	2,05
Grasa %	41,08	9,48
ELN %	2,97	20,38
Energía (Kcal./100g)	425,70	226,49

Referencias:

Normas ó Métodos de ensayo utilizados en el Laboratorio:

- 236. Determinación de Proteína Método Kjeldahl (F.C. 6.25).
- 237. Determinación de Grasa Método Gravimétrico.
- 238. Determinación de Humedad Método Por diferencia.
- 239. Determinación de Cenizas Método Gravimétrico.
- 240. Determinación de Acidez Método Volumétrico.
- 241. Determinación de Fibra Método Weendy.

La muestra analizada de Grano de linaza CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales, así mismo se encuentra dentro de los límites permisibles.

Nota:

Validez del Certificado:

El presente Certificado es válido, si permanece en el papel original. El documento en su papel original tendrá validez por el periodo de noventa (90) días calendario a partir de la fecha de emisión.



INIA ESTACIÓN EXPERIMENTAL INPA - PUNO

Jorge Canhua Rojas
 Jefe Laboratorio Análisis
 SALCEDO

Los resultados son aplicables a estas muestras.

www.inia.gob.pe

Rinconada de Salcedo s/n
 Puno. Puno. Perú
 T: (051) 363-812

ANEXO "B"

CERTIFICADO DE ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE SEMILLA Y MUCILAGO DE LINAZA (BOLIVIA)



CERTIFICADO DE ANALISIS

SOLICITANTE : Yeni Mamani Bautista
 DIRECCION :
 INTERESADO :
 PROCEDENCIA : Puno. (Muestra Bolivia)
 PRODUCTO : Linaza.
 CANTIDAD : 397 gr.
 MUESTREO : Interesado.
 TIPO DE ANALISIS : Análisis Proximal.
 N° DE ANALISIS : 02.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 10 de Julio del 2019.
 FECHA DE CERTIFICACIÓN : 17 de Julio del 2019.

DETERMINACIONES FISICO QUIMICAS:

Determinaciones	Linaza Grano	Mucilago de Linaza
Humedad %	7,46	91,00
Materia Seca %	92,54	9,00
Proteína (N x 6.25) %	18,26	15,99
Fibra %	26,80	1,73
Cenizas %	3,70	2,10
Grasa %	41,05	9,50
ELN %	2,73	20,32
Energía (Kcal./100g)	424,44	222,66

Referencias:

Normas ó Métodos de ensayo utilizados en el Laboratorio:

- 243. Determinación de Proteína Método Kjeldahl (F.C. 6.25).
- 244. Determinación de Grasa Método Gravimétrico.
- 245. Determinación de Humedad Método Por diferencia.
- 246. Determinación de Cenizas Método Gravimétrico.
- 247. Determinación de Acidez Método Volumétrico.
- 248. Determinación de Fibra Método Weendy.

La muestra analizada de Grano de linaza CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales, así mismo se encuentra dentro de los límites permisibles.

Nota:

Validez del Certificado:

El presente Certificado es válido, si permanece en el papel original. El documento en su papel original tendrá validez por el periodo de noventa (90) días calendario a partir de la fecha de emisión.



ING. JORGE CANHUA ROJAS
 Jefe Laboratorio Análisis
 SALCEDO

Los resultados son aplicables a estas muestras.

www.inia.gob.pe

Rinconada de Salcedo s/n
 Puno, Puno, Perú
 T: (051) 363-812

ANEXO "C"

CERTIFICADO DE COMPUESTOS FENOLICOS, FLAVONOIDES, LIGNANOS Y ANTIOXIDANTES DE SEMILLA Y MUCILAGO DE LINAZA



CERTIFICADO DE ANALISIS

SOLICITANTE : Yeni Mamani Bautista
 DIRECCION :
 INTERESADO : Proyecto Tesis
 PROCEDENCIA : Puno. (Curahuasi y Bolivia)
 PRODUCTO : Linaza.
 CANTIDAD : 180 gr.
 MUESTREO : Interesado.
 TIPO DE ANALISIS : Compuestos.
 N° DE ANALISIS : 04.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 10 de Julio del 2019.
 FECHA DE CERTIFICACIÓN : 09 de Agosto del 2019.

DETERMINACIONES FISICO QUIMICAS:

Determinaciones	Curahuasi		Bolivia	
	Grano	Mucilago	Grano	Mucilago
Acidos Fenolicos mg/100	84	70	80	64
Flavonoides mg/100	56	28	60	30
Lignanos (Totales) mg/100	370	180	365	177
Antioxidante (Vitamina E) mg/100	6,98	4,80	6,99	5,00

Referencias:
 Determinaciones Fenolicos FOLIN CIOCALTEU (FOLIN CIOCALTEAU) (El reactivo de Folin Cioalteau contiene Molibdato Tungstato sodio que reaccionan con cualquier tipo de fenol, formando complejos fosfomolibdico-fosfotungstico)
 Antioxidantes cuprae
 Flavonoides método FOLIN CIOCALTEU
 Determinaciones Lignanos por Espectrofotometria Thermo Spectronic 20 de Luz Visible y Luz Infrarojo 277 nm. (mezcla v/v Diclorometano:metanol)

Nota:
Validez del Certificado:
 El presente Certificado es válido, si permanece en el papel original. El documento en su papel original tendrá validez por el periodo de noventa (90) días calendario a partir de la fecha de emisión.



INIA
 ESTACIÓN EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO
 Ing° JORGE CANHUA ROJAS
 Jefe Laboratorio Analisis
 SALCEDO

Los resultados son aplicables a estas muestras.

www.inia.gob.pe

Rinconada de Salcedo s/n
 Puno, Puno, Perú
 T: (051) 363-812

ANEXO "D"**EQUIPOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO**

Se procedió al pesaje de la muestra de la semilla de linaza en la balanza analítica



Se sacó el crisol de porcelana con la muestra de linaza del horno de secado.



ANEXO "E"**DECLARACIÓN VOLUNTARIA**

Yo, he sido informado(a) de los objetivos del estudio, he conocido los riesgos, beneficios y la confidencialidad de la información obtenida.

Acepto participar de la ejecución del "Grado de satisfacción del consumo habitual" del producto que consumo (nombre del producto)

.....

Nombre del participante (opcional):

Firma: _____

Barrio: _____

Fecha: ____/____/____

Puno – Perú

2019

ANEXO "F"

FICHA DE EVALUACION SENSORIAL VALIDADA

VALIDACION DE FICHA DE EVALUACION DE ANALISIS SENSORIAL

FICHA DE EVALUACION DE ANALISIS SENSORIAL

TITULO: "CONSUMO HABITUAL Y COMPOSICION DE SEMILLA Y MUCILAGO DE LINAZA (linum usitatissimum) EN LA REGION ALTIPLANICA DE PUNO"

Estimado señor(a) le solicitamos marcar con una X la opción que más se adecue a su criterio en grado de satisfacción de semilla de linaza, harina de linaza y bebidas(emoliente) de acuerdo a su consumo habitual, recuerde que la información brindada será utilizada para fines estrictamente académicos.

FECHA: LUGAR DE PROCEDENCIA:
 EDAD Y SEXO:

PARTE Nº 1

Muestra de grado de satisfacción	SEMILLA DE LINAZA					OBSERVACION/SUGERENCIAS
	CATEGORIAS					
ESCALA	Color	Olor	Sabor	Apariencia	Aspectos generales	
Me gusta mucho						
Me gusta moderadamente						
Me gusta poco						
No me gusta ni me disgusta						
Me disgusta poco						
Me disgusta moderadamente						
Me disgusta mucho						

PARTE Nº 2

Muestra de grado de satisfacción	HARINA DE LINAZA: panificación (pan, tortas y otros)					OBSERVACION/SUGERENCIAS
	CATEGORIAS					
ESCALA	Color	Olor	Sabor	Apariencia	Aspectos generales	
Me gusta mucho						

Me disgusta moderadamente						
Me disgusta mucho						

PARTE Nº 3

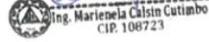
Muestra de grado de satisfacción	HARINA DE LINAZA: panificación (pan, tortas y otros)					OBSERVACION/SUGERENCIAS
ESCALA	CATEGORIAS					
	Color	Olor	Sabor	Apariencia	Aspectos generales	
Me gusta mucho						
Me gusta moderadamente						
No me gusta ni me disgusta						
Me disgusta moderadamente						
Me disgusta mucho						

PARTE Nº 4

Muestra de grado de satisfacción	BEBIDAS (Emoliente de linaza y otros)					OBSERVACION/SUGERENCIAS		
ESCALA	CATEGORIAS							
	Color	Olor	Sabor	Apariencia (viscosidad)			Aspectos generales	
				Espeso	Medio			Liquido
Me gusta mucho								
Me gusta moderadamente								
No me gusta ni me disgusta								
Me disgusta moderadamente								
Me disgusta mucho								

OTRAS OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS

Sobre la escalas	
Sobre las categorías	
Otros	

Ing. Mariela Calsin Cutimbo
CIP. 108723

VALIDACION DE FICHA DE EVALUACION DE ANALISIS SENSORIAL

FICHA DE EVALUACION DE ANALISIS SENSORIAL

TITULO: "CONSUMO HABITUAL Y COMPOSICION DE SEMILLA Y MUCILAGO DE LINAZA (linum usitatissimum) EN LA REGION ALTIPLANICA DE PUNO"

Estimado señor(a) le solicitamos marcar con una X la opción que más se adecue a su criterio en grado de satisfacción de semilla de linaza, harina de linaza y bebidas(emoliente) de acuerdo a su consumo habitual, recuerde que la información brindada será utilizada para fines estrictamente académicos.

FECHA: LUGAR DE PROCEDENCIA:
 EDAD Y SEXO:

PARTE Nº 1

Muestra de grado de satisfacción	SEMILLA DE LINAZA					OBSERVACION/SUGERENCIAS
	CATEGORIAS					
ESCALA	Color	Olor	Sabor	Apariencia	Aspectos generales	
Me gusta mucho						
Me gusta moderadamente						
Me gusta poco						
No me gusta ni me disgusta						
Me disgusta poco						
Me disgusta moderadamente						
Me disgusta mucho						

PARTE Nº 2

Muestra de grado de satisfacción	HARINA DE LINAZA: panificación (pan, tortas y otros)					OBSERVACION/SUGERENCIAS
	CATEGORIAS					
ESCALA	Color	Olor	Sabor	Apariencia	Aspectos generales	
Me gusta mucho						

Me disgusta moderadamente						
Me disgusta mucho						

PARTE Nº 3

Muestra de grado de satisfacción	HARINA DE LINAZA: panificación (pan, tortas y otros)					OBSERVACION/SUGERENCIAS
	CATEGORIAS					
ESCALA	Color	Olor	Sabor	Apariencia	Aspectos generales	
Me gusta mucho						
Me gusta moderadamente						
No me gusta ni me disgusta						
Me disgusta moderadamente						
Me disgusta mucho						

PARTE Nº 4

Muestra de grado de satisfacción	BEBIDAS (Emoliente de linaza y otros)					OBSERVACION/SUGERENCIAS	
	CATEGORIAS						
	Color	Olor	Sabor	Apariencia (viscosidad)			Aspectos generales
ESCALA				Espeso	Medio	Liquido	
Me gusta mucho							
Me gusta moderadamente							
No me gusta ni me disgusta							
Me disgusta moderadamente							
Me disgusta mucho							

OTRAS OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS

Sobre la escalas	
Sobre las categorías	
Otros	


M.Sc. Luz Amantín Aguirre Flores
DOCENTE
ESP. CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

VALIDACION DE FICHA DE EVALUACION DE ANALISIS SENSORIAL

FICHA DE EVALUACION DE ANALISIS SENSORIAL

TITULO: "CONSUMO HABITUAL Y COMPOSICION DE SEMILLA Y MUCILAGO DE LINAZA (linum usitatissimum) EN LA REGION ALTIPLANICA DE PUNO"

Estimado señor(a) le solicitamos marcar con una X la opción que más se adecue a su criterio en grado de satisfacción de semilla de linaza, harina de linaza y bebidas(emoliente) de acuerdo a su consumo habitual, recuerde que la información brindada será utilizada para fines estrictamente académicos.

FECHA: LUGAR DE PROCEDENCIA:
 EDAD Y SEXO:

PARTE N° 1

Muestra de grado de satisfacción	SEMILLA DE LINAZA					OBSERVACION/SUGERENCIAS
	CATEGORIAS					
ESCALA	Color	Olor	Sabor	Apariencia	Aspectos generales	
Me gusta mucho						
Me gusta moderadamente						
Me gusta poco						
No me gusta ni me disgusta						
Me disgusta poco						
Me disgusta moderadamente						
Me disgusta mucho						

PARTE N° 2

Muestra de grado de satisfacción	HARINA DE LINAZA: panificación (pan, tortas y otros)					OBSERVACION/SUGERENCIAS
	CATEGORIAS					
ESCALA	Color	Olor	Sabor	Apariencia	Aspectos generales	
Me gusta mucho						

Me disgusta moderadamente						
Me disgusta mucho						

PARTE Nº 3

Muestra de grado de satisfacción	HARINA DE LINAZA: panificación (pan, tortas y otros)					OBSERVACION/SUGERENCIAS
	CATEGORIAS					
ESCALA	Color	Olor	Sabor	Apariencia	Aspectos generales	
Me gusta mucho						
Me gusta moderadamente						
No me gusta ni me disgusta						
Me disgusta moderadamente						
Me disgusta mucho						

PARTE Nº 4

Muestra de grado de satisfacción	BEBIDAS (Emoliente de linaza y otros)						OBSERVACION/SUGERENCIAS
	CATEGORIAS						
	Color	Olor	Sabor	Apariencia (viscosidad)			
Espeso				Medio	Liquido		
Me gusta mucho							
Me gusta moderadamente							
No me gusta ni me disgusta							
Me disgusta moderadamente							
Me disgusta mucho							

OTRAS OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS

Sobre la escalas	
Sobre las categorías	
Otros	

J. Morales
[Firma manuscrita]

ANEXO "H"

REGISTRO DE CONSUMO HABITUAL

DIA DE LA SEMANA:

FECHA:

ALIMENTOS CONSUMIDOS	VARIEDAD DE LINAZA		FRECUENCIA			FORMAS DE CONSUMO
	Linaza curahuasi (Puno)	Linaza (Bolivia)	1 vez por semana	2-3 veces por semana	5-6 veces por semana	
SEMILLA DE LINAZA						
LINAZA GRANULADA						
HARINA DE LINAZA						
BEBIDAS (Emoliente de linaza)						