

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE
INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN



**Determinación de la cantidad de proteína, fibra cruda y hierro en hojas de bledo
Amaranthus hybridus antes y después de dos tratamientos térmicos (escaldado y cocción
por vapor)**

Presentado por:

Estefanía del Rosario Solís Carrera

Carné No. 200945511

Asesores

MSc. Sammy Alexis Ramírez Juárez

Inga. Aurora Carolina Estrada Elena

Mazatenango, Suchitepéquez, Mayo de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE

AUTORIDADES

MSc. Murphy Olimpo Paiz Recinos	Rector
Arq. Carlo Enrique Valladares Cerezo	Secretario General

MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano	Director
----------------------------------	----------

REPRESENTANTES DE PROFESORES

MSc. José Norberto Thomas Villatoro	Secretario
Dra. Mirna Nineth Hernández Palma	Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Ángel Estuardo López Mejía	Vocal
---------------------------------	-------

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel	Vocal
PEM. Y TAE. Rony Roderico Alonzo Solis	Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Luis Felipe Arias Barrios
Coordinador Académico

MSc. Rafael Armando Fonseca Ralda
Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

Lic. Edin Aníbal Ortiz Lara
Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Dr. René Humberto López Cotí
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera de Ingeniería en Alimentos

Ing. Agr. Héctor Rodolfo Fernández Cardona
Coordinador Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinador Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local

Lic. Marco Vinicio Salazar Gordillo
Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales,
Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez
Coordinador de Área

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

MSc. Tania Elvira Marroquín Vásquez
Coordinadora de las Carreras de Pedagogía

Lic. Heinrich Herman León
Coordinadora Carrera Periodística Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

DEDICATORIA

A DIOS

Por su misericordia, fidelidad y amor, por darme salud y sabiduría quien ha sido la guía para culminar esta etapa en mi vida

A MIS PADRES

Edgar René Solís y María Carrera Martínez quienes han sido el pilar fundamental en mi vida. Por su amor, paciencia, esfuerzo, apoyo incondicional en mi formación académica, porque siempre me han enseñado los buenos valores y han sido personas ejemplares para mí, por demostrarme que todo es posible cuando nos lo proponemos a pesar de las dificultades que se presenten en el camino, por confiar en mí para hacer posible este sueño

MI HERMANO

A mi hermano Edgar René Solís Carrera (Q.E.P.D) por su inmenso amor, apoyo incondicional, por sus consejos, porque éste es su sueño también. Por enseñarme su humildad, solidaridad, a compartir con los demás y a disfrutar cada momento de la vida.

MI FAMILIA

A mis tíos, primos y sobrinos. Mi familia es lo más valioso que Dios me ha dado, gracias por su apoyo, cariño y sus consejos, por motivarme a seguir adelante. A mi tío David Espada por su apoyo económico.

A MI PAREJA

Kenneth Flores, por tanto amor y ayuda que me has brindado, por tu apoyo incondicional en mi carrera profesional y en mi vida personal, gracias por entenderme y motivarme a esforzarme para lograr mis metas. Por tus consejos y porque me has ayudado en mi crecimiento espiritual. Te amo.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por permitirme llegar a este momento de mi vida con salud, por darme amor y sabiduría. Porque nunca me ha abandonado en las dificultades de la vida.

MIS CATEDRÁTICOS

Por transmitirme sus valiosos conocimientos durante mi carrera profesional y porque me han ayudado a llegar al momento donde me encuentro.

MIS ASESORES

Por su valioso tiempo, paciencia y orientación durante el desarrollo del trabajo de graduación.

MIS AMIGOS

Quienes ha estado a mi lado apoyándome y brindándome su cariño y amistad. Gracias por compartir buenos momentos que guardo en mi corazón.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por brindarme la oportunidad de obtener conocimientos para culminar una carrera profesional en esta casa de Estudios Superiores.

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	1
2. ABSTRAC	2
3. INTRODUCCIÓN	3
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
5. JUSTIFICACIÓN.....	5
6. MARCO TEÓRICO	6
6.1 Plantas silvestres	6
6.2 Plantas nativas en Guatemala.....	6
6.3 Bledo (<i>Amaranthus spp.</i>)	7
6.3.1 Origen	7
6.3.2 Clasificación taxonómica	8
6.3.3 Botánica y descripción de la planta	9
6.3.4 <i>Amaranthus hybridus</i>	10
6.3.5 Usos y propiedades	11
6.3.6 Cultivo en Guatemala	12
6.3.7 Beneficios del amaranto para la salud	13
6.3.8 Composición nutricional de las hojas de amaranto (bledo).....	14
6.4 Proteínas.....	15
6.5 Fibra cruda	15
6.6 Hierro	16
6.7 Pérdidas de nutrientes durante la cocción de alimentos	17
6.7.1 Nutrientes sensibles	17
6.7.2 Cómo minimizar las pérdidas de nutrientes durante la cocción	18
6.8 Métodos de cocción	19

6.8.1	Cambios en el alimento	20
6.8.2	Cocción húmeda o expansión	20
6.9	Análisis de alimentos	24
6.9.1	Determinación de proteína cruda.....	24
6.9.2	Determinación de fibra cruda	24
6.9.3	Determinación de hierro en alimentos.....	25
6.10	Análisis de Varianza	25
6.11	Diseño completamente al azar	26
7.	OBJETIVOS.....	27
7.1	Objetivo general.....	27
7.2	Objetivos Específicos	27
8.	HIPÓTESIS.....	28
9.	RECURSOS	29
9.1	Humanos	29
9.2	Físicos	29
9.2.1	Material de oficina	29
9.2.2	Materiales y equipo	29
9.2.3	Materia prima	30
9.3	Institucionales	30
9.4	Financieros.....	30
10.	DISEÑO ESTADÍSTICO.....	31
11.	MARCO OPERATIVO.....	32
11.1	Fase I: recolección de muestras	32
11.2	Fase II: procedimiento del proceso de los tratamientos térmicos	
	(escaldado y cocción por vapor)	33

11.3 Fase III: determinación del contenido de proteína, fibra cruda y hierro en hojas de.....	
bledo <i>Amaranthus hybridus</i> tratadas por dos tratamientos térmicos	
(escaldado y cocción por vapor)	36
12. RESULTADOS	38
13. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	48
14. CONCLUSIONES.....	50
15. RECOMENDACIONES	51
16. REFERENCIAS	52
17. ANEXOS	57
17.1 Cantidad diaria de proteína recomendada para cubrir las necesidades de la población con la dieta mixta.....	57
17.2 Tabla “F” de Fisher para encontrar “F” tabulado. Nivel de significancia 5%.....	58
18. APÉNDICE	60
18.1 Resultados de proteína, fibra cruda y hierro en hojas crudas	60
18.2 Resultados de proteína, fibra cruda y hierro en hojas escaldadas.....	60
18.3 Resultados de proteína, fibra cruda y hierro en hojas al vapor.....	61
18.4 Fotografías	62
18.4.1 Plantación de bledo de la variedad <i>Amaranthus hybridus</i>	62
18.5 Resultados de análisis de Laboratorio	67
19. GLOSARIO.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Composición nutricional de las hojas de bledo	14
Tabla No. 2 Comparación de los métodos de cocción	23
Tabla No. 3 Análisis de varianza para distribución completamente al azar.....	31
Tabla No. 4 Metodología utilizada para análisis de proteína, fibra y hierro en hojas de bledo <i>Amaranthus hybridus</i> en materia cruda.....	36
Tabla No. 5 Tipos de muestras y análisis realizado	37
Tabla No. 6 Resultados de proteína cruda en materia seca en muestras de hojas de bledo crudas, escaldadas y al vapor.....	38
Tabla 7 Resultados de fibra en materia seca en muestras de hojas de bledo crudas, escaldadas y al vapor	40
Tabla 8. Resultados de Hierro en muestras de hojas de bledo crudas, escaldadas y al vapor...41	
Tabla 9 Resultados de % de agua y Materia Seca Total (M.S.T) en muestras de hojas de bledo crudas, escaldadas y al vapor.....	42
Tabla 10. Análisis de Varianza para distribución de bloques al azar.....	44
Tabla 11. Análisis de Varianza para proteína en %.....	44
Tabla 12. Análisis de Varianza para fibra cruda en %.....	45
Tabla 13. Análisis de Varianza para Materia Seca Total (M.S.T) en %.....	46
Tabla 14. Análisis de Varianza para Agua en %.....	46
Tabla 15. Análisis de Varianza para Hierro (ppm).....	47

1. RESUMEN

La presente investigación se basa en la determinación del contenido de fibra, proteína y hierro en muestras de hojas de *Amaranthus hybridus* conocido como bledo, aplicando dos tratamientos térmicos (vapor y escaldado) para evaluar el efecto de la temperatura en relación al tiempo utilizado y determinar el tratamiento adecuado para consumir las hojas de *Amaranthus hybridus* en donde exista una menor pérdida de dichos componentes.

En Guatemala existe una diversidad de plantas silvestres que muchas veces son desconocidas, es importante incorporar en nuestra dieta alimentos ricos en nutrientes y que estos sean accesibles a la población como lo es el bledo, para lo cual se llevó a cabo la determinación de dichos nutrientes en hojas de bledo al ser tratadas por dos tratamiento térmicos debido a que en el arte culinario se utilizan otras hojas como la espinaca o acelga generando un mayor costo.

Con el propósito de desarrollar una información precisa de la variedad *Amaranthus hybridus* sobre el contenido de fibra, proteína y hierro ya que tal variedad es la que más se consume en la región, se analizaron muestras de hojas crudas, escaldadas y al vapor con cuatro repeticiones cada una, con un total de 12 muestras. Los resultados muestran que el contenido de proteína es mayor en la cocción al vapor que en el escaldado con un 34.96% y 39.74% respectivamente. El hierro también está presente en una mayor cantidad en la cocción por vapor así como la fibra. Con esto se determina que es el método con mayores ventajas para el consumo de las hojas de bledo. Los parámetros utilizados fueron, al vapor con una temperatura de vapor de 100°C por un lapso de 8 minutos y el escaldado con una temperatura de 70°C por un lapso de 90 segundos.

Por medio de un análisis estadístico de Varianza (ANOVA) se determinó que no existe diferencia significativa entre las cantidades de proteína fibra cruda, mientras sí existe diferencia significativa en el contenido de hierro.

2. ABSTRAC

The presenté investigation is based on the determination of the content of fiber, protein and iron in samples of leaves of *Amaranthus hybridus* known as blede, applying two thermal treatments (steam and blanching) to evaluate the effect of temperature in relation to the time used and determine the adequate treatment to consume the leaves of *Amaranthus hybridus* where there is less loss of said components.

In Guatemala there is a diversity of wild plants that are often unknown, it is important to incorporate nutrient-rich foods into our diet and that these are accessible to the population as is the blede, for which the determination of these nutrients was carried out. In leaves of blede to be treated by two thermal treatments because in the culinary art other leaves like the spinach or chard are used generating a greater cost.

In order to develop accurate information of the *Amaranthus hybridus* variety on the fiber, protein and iron content since such variety is the most consumed in the region, samples of raw, scalded and steamed leaves were analyzed with four repetitions, each. A total of 12 samples. The results show that the protein content is higher in steam cooking than in blanching with 34.96% and 39.74% respectively. Iron is also present in a greater amount in steam cooking as well as fiber. With this it is determined that it is the method with the greatest advantages for the consumption of the blades. The parameters used were steam with a steam temperature of 100 ° C for a period of 8 minutes and blanching with a temperature of 70 ° C for a period of 90 seconds.

By means of a statistical analysis of variance (ANOVA) it was determined that there is no significant difference between the amounts of crude fiber protein, while there is a significant difference in iron content.

3. INTRODUCCIÓN

Alimentarse bien es indispensable para gozar de una buena salud, ingerir los nutrientes necesarios como grasas, proteínas, carbohidratos, azúcares, vitaminas y minerales son básicos para el buen funcionamiento del organismo. Para ello se debe elegir aquellos alimentos que aporten nutrientes necesarios, que sean accesibles y económicos para la población.

Dentro de la biodiversidad en flora y fauna que caracteriza a Guatemala existe un conjunto de plantas nativas silvestres, es decir, propias de la región, que aportan macronutrientes y micronutrientes necesarios para el buen funcionamiento del organismo y que además pueden ayudar a combatir la desnutrición. Dentro de estas plantas se encuentra el amaranto (*amaranthus spp*) o también conocido como bledo. Esta planta se consideraba sagrada ya que era utilizada por los mayas y por los aztecas en los rituales para curar muchas enfermedades y como amuleto de buena suerte.

Debido a sus propiedades, actualmente se consume de diversas formas para el aprovechamiento de nutrientes, siendo además una planta de bajo costo y se utiliza como sustituto de la espinaca, ya que contiene los mismos o más nutrientes que ésta (Cáceres, 2013). Pese a ello, aún es desconocida por mucha gente y al crecer de manera silvestre es cortada ya que se considera como maleza.

En la presente investigación se determinó el contenido de proteína, fibra cruda y hierro en hojas de bledo de la variedad *Amaranthus hybridus* antes y después de dos tratamientos térmicos: escaldado y cocción por vapor. Las muestras de fibra y proteína se analizaron por medio de un análisis físico químico por el Laboratorio de Bromatología y las muestras de hierro se analizaron por el Laboratorio Suelo-planta-agua, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Los resultados se analizaron mediante un Análisis de Varianza (ANOVA) en donde muestra que no existe diferencia significativa del contenido de fibra y proteína. Mientras que sí existe una diferencia significativa del contenido de hierro.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Guatemala existe una preocupación en cuanto a la inseguridad alimentaria y desnutrición. Según Unicef, el país ocupa el primer lugar de desnutrición crónica de Centroamérica y el quinto lugar a nivel mundial, por lo cual es necesario consumir alimentos que ayuden a aportar nutrientes como proteína, fibra, vitaminas y minerales y que sean de fácil acceso a la población.

En la región Suroccidente existe una diversidad de plantas nativas y que han sido objeto de estudio por su elevado contenido de nutrientes, tal es el caso del bledo, del tipo de variedad *Amaranthus hybridus* que crece de forma silvestre y las hojas crudas aportan macro y micronutrientes como vitaminas, minerales, carbohidratos, proteína, grasa, y fibra. Son ricas en hierro, ácido fólico, vitaminas A, B, C y en menores cantidades tiamina, riboflavina, niacina, y aminoácidos esenciales, los cuales son necesarios para el buen funcionamiento del organismo.

Las hierbas nativas antiguamente eran bastante consumidas y utilizadas para fines medicinales, mismas que fueron desplazadas por la espinaca, lechuga, y brócoli durante la época prehispánica, haciendo que las plantas nativas silvestres perdieran su importancia. Sin embargo, hoy en día su importancia ha sido retomada resaltando el valor nutritivo que contienen en comparación con otras hierbas que no son nativas.

Por lo anteriormente expuesto, en este estudio se pretende determinar el contenido de proteína, fibra cruda y hierro en hojas de bledo *Amaranthus hybridus* antes y después de dos tratamientos térmicos (escaldado y cocción por vapor) y con esto mejorar el aprovechamiento en el consumo de los recursos naturales.

Por lo que surge la siguiente interrogante:

¿Las hojas de bledo de la variedad *Amaranthus hybridus*, conservan las cantidades de proteína, fibra cruda y hierro después de dos tratamientos térmicos?

5. JUSTIFICACIÓN

Guatemala es un país biodiverso que cuenta con el cultivo de plantas silvestres nativas. Una de las más comunes en la actualidad es el bledo (*amaranthus spp*) el cual la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación –FAO- y la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio –NASA- lo clasificaron desde 1979 como “el mejor alimento de origen vegetal para consumo humano”.

Existe actualmente una preocupación en la sociedad por adoptar un estilo de vida saludable incluyendo en la dieta alimentos que aporten los nutrientes necesarios al cuerpo humano, como carbohidratos, proteínas, grasas, vitaminas y minerales como el hierro.

Con una buena alimentación se pueden evitar varias enfermedades que afectan a la población en el país, como lo es la desnutrición que se genera por una carencia de dichos nutrientes. Es necesario consumir alimentos que sean accesibles a la población, económicos, y de alto valor nutritivo siendo uno de ellos el bledo el cual se ha demostrado que aporta cantidades altas en nutrientes por medio de estudios, como “Recopilación y análisis de la información existente de las especies del género *amaranthus* cultivadas y de sus posibles parientes silvestres en México”, publicado por la Dra. Cristina Sánchez en la Ciudad de México.

Las hojas nativas tienen valores nutricionales superiores al de otras como la espinaca, la lechuga, la coliflor o el brócoli. Las hojas de bledo son fuente de hierro, ácido fólico y vitaminas, sus cualidades nutritivas son superiores en comparación con la espinaca, el bledo aporta 2.72 g de proteína, 2.0 g de fibra, y 6.34 mg de hierro, y la espinaca 2.68 g, 1.73 g, y 2.71 g respectivamente (INCAP, 2012).

Como fuente de vitamina A, el requerimiento para mujeres es de 800 microgramos diarios y en hombres, de 1,000 microgramos, los cuales son aportados por el bledo, consumiendo en promedio 155 g de hojas comestibles (Cáceres, 2013).

Debido al alto valor nutritivo que aporta el bledo *Amaranthus hybridus* y su bajo costo, se desea determinar la cantidad de proteína, fibra cruda y hierro y aprovechar las propiedades de la planta para crear diversidad de productos nutritivos a partir de la misma.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 Plantas silvestres

Las plantas silvestres son especies de plantas cuyas hojas, flores o frutos son comestibles, pero se llaman silvestres, porque normalmente no se encuentran en el supermercado o comercios de comida rápida, sino en la naturaleza. Por medio de las plantas silvestres comestibles, la naturaleza ofrece un abanico inmenso de posibilidades para preparar platos variados y saludables, con diferentes sabores, texturas y colores (Botanical, 2017).

Las plantas silvestres son muy nutritivas, igual que lo son las verduras cultivadas. Con respecto a estas, las hierbas silvestres son más ricas en algunos fitonutrientes, porque su crecimiento ha sido más lento, no han sido abonadas, tienen menos agua, y han tenido tiempo de concentrar más nutrientes, principalmente magnesio, manganeso, potasio y calcio (Botanical, 2017).

Las plantas silvestres crecen de manera natural, se adaptan generalmente a cualquier medio y no requieren de abono para su cultivo, a diferencia de las plantas cultivadas, estas son manipuladas por el hombre con una serie de abonos para su cultivo y tienen un mayor costo económico en comparación con las silvestres. Éstas se dan en casi todas las regiones del país y no necesitan cuidados especiales para su cultivo.

6.2 Plantas nativas en Guatemala

La variedad de plantas comestibles propias del país es de amplia riqueza y larga tradición. El consumo de bledo, macuy y chipilín como alimentos, medicinas y hasta en rituales se remonta a los primeros asentamientos de los pueblos mesoamericanos, hace más de siete mil años (Gonzales, 2014).

Guatemala es un país biodiverso que cuenta con variedad de plantas silvestres nativas las cuales se utilizan en la gastronomía guatemalteca, generalmente en forma de sopa, guisos, crudas, salteadas, fritas, al vapor, entre otros.

Las hierbas que se consumen por lo general son el bledo, hierba mora, chipilín, quixtan, hojas de ayote, chaya, etc. las cuales aportan propiedades nutricionales y algunas otras son utilizadas para fines medicinales en el área rural. Se encuentran fácilmente en los mercados y son más económicas en comparación con otras.

6.3 Bledo (*Amaranthus spp.*)

6.3.1 Origen

Durante la conquista, los españoles prohibieron su cultivo. De allí es el origen de la frase: "Me importa un bledo", lo cual provocó en los nativos temor e inferioridad hacia el uso de esta planta, lo que hizo que cayera en desuso (Gonzales, 2014).

Las plantas nativas fueron reemplazadas por otras introducidas a partir de la Conquista, como la lechuga, la espinaca, el repollo o la col de bruselas. "Los cultivos autóctonos fueron abandonados, primero, por los estratos sociales superiores, y luego por las capas más bajas" (Gonzales, 2014).

La planta silvestre *Amaranthus spp.* remonta sus orígenes a las culturas mayas de Guatemala, en México fue cultivada por los aztecas, y fue extendida por los continentes de América. Esta planta forma parte de la cultura de cada país donde se origina, y en la antigüedad la usaban en rituales Mayas la cual era considerada una hierba sagrada.

Era una de las principales fuentes de alimentación para los Mayas ya que a través de ésta y otras aportaban al organismo los nutrientes necesarios como proteínas, vitaminas, carbohidratos y minerales para el buen funcionamiento.

Debido al auge que las hierbas nativas han tomado, el cultivo del bledo se ha extendido a varios países como EE.UU., China, Colombia, Ecuador, la India y Bolivia, llegó al continente Europeo en el siglo XVIII y en china se cultiva desde hace más de 100 años.

El nombre que se le da a esta planta depende del país de origen donde esta se cultiva, así por ejemplo en México se le denomina “huanthi”, “alegría”; “abanico”, “amaranto”, “bledo” en Colombia; “kiwicha”, “achis”, “coyo” en Perú. En Guatemala se le denomina comúnmente “bledo”, “quilete de bledo”, “hojas de bledo” y “amaranto”.

Históricamente, el origen de la planta de amaranto se ha ubicado en Centro y Norteamérica (México y Guatemala) y Sudamérica (Perú y Ecuador). Junto con el maíz, el frijol y la chía, el amaranto fue uno de los principales productos para la alimentación de las culturas precolombinas de América. Para los mayas, aztecas e incas el amaranto fue la principal fuente de proteínas y se consumía como verdura y grano reventado. Además estuvo asociado a los ritos religiosos, a los dioses y a la visión cósmica de estas culturas (Sosa, 2015).

Con la llegada de los españoles a América y durante la conquista el amaranto fue eliminado de la dieta indígena por razones religiosas y políticas. La cultura del cultivo y consumo del amaranto casi desaparecen, solamente en los lugares más apartados de la conquista española se mantuvo la producción de amaranto (Sosa, 2015).

6.3.2 Clasificación taxonómica

Reino: plantae (vegetal).

Sub-Reino: antofita (Fanerógamas).

División: Spermatofhyta (espermatofita).

Sub-división: Angiospermas.

Clase: Dicotiledónea.

Orden: amarantaceae.

Familia: Amaranthus.

Género: Amaranthus.

Especies:

- *Amaranthus hypochondriacus*.
- *Amaranthus caudatus*, y
- *Amaranthus cruentus* (Hernández, 2013).

6.3.3 Botánica y descripción de la planta

El amaranto es una planta herbácea anual con un tallo carnoso y ramificado con una altura de aproximadamente 50 a 200 cm. Crece comúnmente en terrenos cultivados, áreas abandonadas, y en los bordes de carreteras y canales. Las hojas son simples y alternas, de forma ovada, verde oscuro, a veces con una mancha blancuzca o rojiza y 5 a 10 cm de largo. Los tallos son verdes o rojizos.

Las inflorescencias son verdosas, en espigas terminales y axilares, de 1 a 8 pulgadas (2 a 20 cm) de largo. Las semillas negras son pequeñas y brillosas, de aproximadamente 1/32 pulgada (1mm) de diámetro, con 4,000 a 6,000 semillas por gramo.

Las semillas empiezan a madurarse primero en la parte inferior de la inflorescencia y se caen al piso. En esta etapa, se cortan las espigas y se ponen a secar en bolsas de papel o encima de un toldo. Una vez que se secan, se desgranar y se limpian las semillas pequeñas en una corriente de aire suave. El rendimiento de semillas en siembras comerciales es alrededor de 450 libras/cuerda.

Para maximizar la viabilidad, las semillas deben tener de 9-12% de humedad y se deben guardar en frascos sellados en la nevera. Se reporta que las semillas mantienen viabilidad por un período largo, de hasta 7 años (k. Molina, 2015).

Los tallos ordinariamente son pubescentes y pueden tener tonalidades rojizas. Sus pequeñas flores son unisexuales y verdosas, y están agrupadas en cimas densas agregadas en espiguillas cilíndricas que a la vez forman espigas. Cada flor tiene 5 pétalos agudos y está rodeada por 1 bráctea y por dos bractéolas rígidas.

Las flores masculinas tienen 5 estambres y las femeninas 1 pistillo con 3 estigmas. Son polinizadas por el viento (Vallés, 2017).

La familia de las Amarantáceas comprende más de 60 géneros y aproximadamente 800 especies de plantas herbáceas anuales, de las cuales las tres principales especies que se destinan al comercio de la semilla son: *Amaranthus cruentus* L. y *Amaranthus hypochondriacus* L., originarias en México y Guatemala; y la ya comentada *Amaranthus caudatus* L., nativa de Ecuador y Perú (Botanical, 2017).

Existen otras especies dentro de las cuales predominan: *Amaranthus hybridus* L., *Amaranthus tricolor* L., *Amaranthus dubius*, entre otras (Botanical, 2017).

Las plantas no cultivadas son más pequeñas que las productoras de grano y tienen flores y frutos más pequeños. Tienden a ser indeterminadas y producen semillas en diferentes partes de la planta, de color oscuro y el período de producción de éstas es más prolongado. Todos los amarantos exhiben fenotipos muy variados y se adaptan a una enorme variedad de condiciones climáticas. La forma más común de la hoja es elíptica con una punta aguda y una base cuneada (Mapes, 2005).

El tamaño de la hoja varía mucho dentro y entre especies. El color de las plantas varía desde verde oscuro hasta magenta con una amplia gama de colores intermedios y diferentes combinaciones (Mapes, 2005).

6.3.4 *Amaranthus hybridus*

Amaranthus hybridus es una especie herbácea perteneciente a la familia Amaranthaceae. Es una hierba anual, con tallos erectos, glabros abajo, tornándose subglabros o escasamente pubescentes hacia arriba con tricomas de hasta 1 mm de largo, muy delgados e irregularmente doblados; monoicas. Hojas acuminadas o agudas hacia el ápice con la punta obtusa, glabro, escasamente pubescente sólo en los nervios, con tricomas delgados e irregularmente doblados. Utrículo escarioso y delgado, frecuentemente liso o algo rugulado sólo en la mitad superior, circuncísil; semilla lenticular, 0.9–1.1 mm de diámetro, muy finamente reticulada, café obscura lustrosa (Wikipedia, 2017).

- **Distribución y hábitat**

Esta especie se distribuye en las regiones tropicales y subtropicales y parte de las regiones templadas del mundo. Consta de dos subespecies, una de las cuales es cultivada (Wikipedia, 2017).

6.3.5 Usos y propiedades

La Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (Nasa) de EE. UU. Lo clasificó en 1979 como el mejor alimento de origen vegetal para consumo humano (Grave, 2013).

De la planta se aprovecha las hojas (bledo) se consumen como verdura e incluso como un sustituto de la espinaca ya que se utilizan crudas y tiernas en ensaladas, cocidas en sopa, las hojas también se pueden deshidratar para añadir a sopas y variedad de comidas cuando no se dispone de hojas frescas. Se utilizan además como sustituto parcial para pastas, y en tortillas tipo veganas (tortillas verdes).

El grano, conocido como amaranto, del cual se obtiene la harina se utiliza en la elaboración de galletas, panes, cereal, dulces, poporopos, bebidas como atoles entre otros.

El tallo y la raíz del amaranto se utilizan como vegetal y como alimentos para animales.

Por sus flores brillantes se utilizan como plantas ornamentales como decoración en jardines, la florescencia y tallos también se consumen sofritos, como verdura, o en infusiones. También se obtiene tintura de las flores rojas.

Otro componente importante de las hojas es el amplio espectro de flavonoides (rutina) los cuales presentan una alta capacidad antioxidante (Sánchez D. E., 2004).

Las investigaciones científicas se encuentran enfocadas en conocer el valor biológico y preventivo de las fibras dietéticas, en términos de la fermentación y de la producción de cadenas cortas de ácidos grasos y de metano (Sánchez D. E., 2004).

Las hojas de bledo de la variedad *amaranthus hybridus* aportan ácido fólico, hierro, calcio y vitaminas A, B2 y C contiene en su espiga una pequeña semilla con altos contenidos de lisina, aminoácido esencial necesario para el crecimiento y el funcionamiento general del organismo,

especialmente del cerebro, al cual oxigena. Los tallos rojos tienen gran cantidad de hierro (Sants, 2013).

Las hojas de bledo desde que son tiernas pueden utilizarse para hacer té y también como verdura. Estas hojas forman parte del grupo de los quelites u hojas comestibles (Sosa, 2015).

Las hojas de bledo poseen un alto contenido en calcio, hierro (más que la espinaca), magnesio, fósforo y vitamina A Y C, lo que convierte en un buen complemento con los granos. Las hojas son recomendables comerlas tiernas y cocidas para evitar algunos agentes anti nutricionales como los oxalatos y nitritos (Sosa, 2015).

La hoja de bledo, narran los informantes de Sahagún, es muy verde y tiene las ramas “delgadillas y altillas”, las hojas son “anchuelas”. Se cuecen y se les exprime el agua para comérselas sazonándolas con sal. En esta presentación toman el nombre de “huauhquilitl”. Los tamales que se hacían con esta hierba se llamaban “quiltamalli” y las tortillas en las que se mezclaba masa de maíz y “huauhquilitl”, recibían el nombre de “quiltxcalli”. La semilla se llamaba “huautli” (Barros & Buenrostro, 1997).

6.3.6 Cultivo en Guatemala

Cetino (2005) cita a Lees (1982) quien indica lo que a continuación se anota: el amaranto es una planta “C4” de crecimiento rápido y fotosíntesis eficiente, requiere dos terceras partes de la humedad que absorben las plantas corrientes C3, son resistentes a la sequía resultando ser muy valiosa en regiones de escasa precipitación o agua de riego.

El amaranto se adapta fácilmente a varios ambientes, crece bastante bien, es resistente a sequías, se puede cultivar en jardines domésticos, el proceso de fotosíntesis es bastante eficiente, sin embargo, en algunos lugares es considerada como maleza y la cortan sin saber los grandes beneficios que ésta tiene para nuestra salud.

6.3.7 Beneficios del amaranto para la salud

La planta de amaranto ha sido utilizada por tradición y por los beneficios que éste posee para la salud tanto sus hojas, como semillas, tallos y flores. Algunos de ellos son reducir la presión sanguínea, el colesterol, azúcar en la sangre, es bastante utilizado para tratar la anemia, fortalece el sistema inmune. Es bastante conocido por su poder antiinflamatorio, antioxidante y se utiliza para mejorar la apariencia de la piel y cabello. Los beneficios que más se conocen de esta planta alrededor del mundo son los siguientes:

- Para tratar la anemia: una de las causas más comunes de la anemia es la deficiencia de hierro, el bledo por su alto contenido de hierro resulta idóneo incluirlo en la dieta alcanzar los niveles necesarios de este mineral. La ingesta diaria de hierro oscila entre 15 mg y niños entre 10 mg, para lo cual se deberá consumir 237g y 158 g de bledo respectivamente para cubrir dichas necesidades.
- Para tratar desórdenes gastrointestinales: es importante incluir en la dieta alimentos ricos en fibra para evitar problemas gastrointestinales ya que ésta ayuda a digerir de una mejor manera los alimentos. Las hojas de bledo contienen 1.73 gramos de fibra por cada 100 gramos de porción comestible.
- Excelente alimento para el corazón: por su contenido de aminoácidos esenciales como la lisina, lo cual resulta beneficioso para el corazón y reduce los riesgos cardiovasculares, posee además fibra, vitamina E entre otros.

6.3.8 Composición nutricional de las hojas de amaranto (bledo)

Según el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá –INCAP- en las tablas de composición de alimentos se registra la siguiente composición química del bledo/amaranto/hojas por cada 100g. comestibles.

Tabla No 1. Composición nutricional de las hojas de bledo

Componente	Cantidad
Agua	87.77 %
Energía Kcal	32
Proteína g	2.72
Grasa total g	0.55
Carbohidratos g	5.73
Fibra dietética total g	1.73
Ceniza g	2.54
Calcio mg	278
Fosforo mg	81
Hierro mg	6.34
Tiamina mg	0.05
Riboflavina mg	0.24
Niacina mg	1.20
Vitamina C mg	65
Vitamina A mcg	517

Fuente: INCAP, 2012.

Debido los contenidos de nutrientes que aporta el bledo es un alimento ideal para incluirlo en la dieta y combatir la desnutrición. Sus hojas contienen más calcio que la leche y sus derivados, por lo que es ideal para las personas intolerantes a la lactosa y que buscan alternativas más saludables para incluir en la dieta.

6.4 Proteínas

Son sustancias nutritivas o nutrientes presentes en los alimentos, que tienen funciones esenciales para la vida, por lo que deben estar presentes en la dieta. Constituyen los tejidos del cuerpo (músculos, sangre, piel, huesos), especialmente en los períodos de crecimiento. Reparar los tejidos del cuerpo durante toda la vida. También forman defensas contra las enfermedades, aseguran el buen funcionamiento del organismo. 1 gramo de proteína aporta 4 Kcal. El bledo contiene 2.72 g de proteína por cada 100 gr comestibles. Los requerimientos diarios de proteína en niños, hombres y mujeres son diferentes para cada caso (Ver anexo 16.1, página No. 56).

Una persona en promedio debería consumir unos 200 gramos de hierba (bledo) cocida una vez por día, sin embargo, el consumo de ésta es poco frecuente.

6.5 Fibra cruda

El contenido de fibra en los vegetales de consumo habitual oscila entre un 3-8% de alimento comestible. En la fruta es del 1.4-2.4%, siendo la media del 1.6%. Los alimentos más ricos en fibra son el salvado, las alcachofas, las habas, los espárragos, las espinacas, las judías verdes, las berenjenas, las acelgas, la col lombarda, los puerros, los tomates y otros muchos más de hojas verdes (Villagrán, 2012).

La fibra cruda es el residuo libre de cenizas que resulta del tratamiento en caliente con ácidos y bases fuertes. Constituye el 20-50% de la fibra dietética total. Es un concepto más químico que biológico (Villagrán, 2012).

La fibra no es más que un hidrato de carbono que no es digerido por las enzimas digestivas, por lo que no se absorbe y pasa íntegra a lo largo del aparato digestivo. Los componentes más importantes de la fibra son las celulosas, pectina, agar, gomas mucílagos y lignina (Lara, 2012). La fibra soluble es la que se encuentra en alimentos como las legumbres, frutas, verduras y también en ciertos cereales como la cebada y avena. Como esta fibra sí se puede solubilizar en agua, cuando entra en contacto con el líquido forma una especie de gel, aumentando de forma significativa su volumen y su capacidad para circular por el intestino.

En este tipo de fibra, además de un estímulo del sistema digestivo se reduce el tiempo de tránsito intestinal, algo muy beneficioso para la salud (Lara, 2012).

6.6 Hierro

El hierro es un mineral de mucha importancia para el organismo humano ya que participa en la producción de hemoglobina, componente principal de los glóbulos rojos; también contribuye a la formación de las proteínas musculares y a la metabolización de ciertas enzimas del cuerpo (Lelyen, 2013).

El organismo lo absorbe de distintas maneras según sus necesidades, lo cual fortalece sus defensas y mantiene el cuerpo energizado y la mente fresca. Por tanto, es muy importante mantener una dieta que garantice las dosis diarias requeridas. Las deficiencias de hierro en el organismo se expresan en debilidad, dificultades respiratorias, palpitaciones, anemia, palidez y susceptibilidad a las infecciones (Lelyen, 2013).

La deficiencia del hierro puede causar a menudo severa fatiga, debilidad del cuerpo y otros problemas de salud. Las personas que carecen de hierro no pueden realizar las funciones normales de manera óptima. Además, las mujeres y los niños necesitan más hierro que sus homólogos masculinos, y la anemia les ataca particularmente duro. La deficiencia del hierro severa puede causar dolencias progresivas de la piel que causan fragilidad de uñas y suavidad extra en el área de lengua. La anemia es considerada la deficiencia alimentaria global más común (Castillo, 2017).

El hierro se encuentra en alimento vegetariano y no-vegetariano, que se clasifica como hierro heme o no-heme, respectivamente. Legumbres, lentejas, habas de la soja, granos enteros, vegetales de hojas verdes, cereales, pan, espinaca, nabo, coles, brócoli y frutos secos también tienen buen contenido del hierro. Dentro de los beneficios están: la formación de hemoglobina, función muscular, función cerebral, portador de oxígeno, fortalece el sistema inmunológico, metabolismo energético, entre otros (Castillo, 2017).

6.7 Pérdidas de nutrientes durante la cocción de alimentos

Un alimento puede perder desde el 40% de vitamina A, hasta el 80% de vitamina B1 o prácticamente toda la vitamina C de origen, según las condiciones de conservación y cocción. La composición nutricional de cualquier alimento fresco varía desde su recolección hasta su consumo si pasan varios días (Veliz, 2010).

El paso de las horas y los días, las condiciones de almacenaje durante la recogida, distribución y venta, la conservación en casa, la preparación previa a la cocción (lavado, remojo, cortado, etc.) y la técnica culinaria aplicada, además del tiempo que se guarde una vez elaborado, son condicionantes del valor nutricional final del alimento en el momento de su consumo. Las vitaminas son los nutrientes más sensibles, mientras que parte de los minerales pasan al agua de remojo o de cocción y se pueden aprovechar si se recupera esa agua para otros fines culinarios (Veliz, 2010).

El calor afecta de forma negativa a las hortalizas y verduras, pero el resultado final depende del tiempo de cocción y de con qué más se cocina el alimento. Las pérdidas de nutrientes dependen del binomio temperatura/tiempo, del tipo de alimento, la exposición a la luz, oxigenación, solubilidad de sustancias en el medio de cocción (Coll, 2016).

6.7.1 Nutrientes sensibles

Las vitaminas son nutrientes esenciales y, como tales, el organismo necesita un aporte diario y continuo. El inconveniente es que se trata de nutrientes sensibles a distintos factores como la temperatura, la luz, el oxígeno, la acidez externa o propia del alimento, además de otros componentes naturales que pudiera contener el alimento. Es el caso de los llamados "anti nutrientes", que limitan el aprovechamiento de ciertas vitaminas, minerales u oligoelementos.

Gaspar Ros Berruezo, catedrático de Nutrición y Bromatología de la Universidad de Murcia, España, advierte que "las pérdidas y/o cambios en la estructura que sufren las vitaminas durante los procesos tecnológicos y culinarios determinan una menor disponibilidad y/o una pérdida de valor nutritivo que les afecta directamente o al conjunto del alimento".

Al seleccionar las partes para consumir generalmente se descartan las hojas verdes externas de la lechuga o escarola, que tienen un mayor contenido de calcio, hierro y carotenoides que las hojas internas más blancas. El momento de troceado también es determinante, de manera que se preservan más nutrientes con cortes grandes y uniformes. En la siguiente fase, la cocción, el contenido de nutrientes de los alimentos, puede alterarse por tres vías: la absorción de nutrientes desde el exterior (los alimentos fritos absorben parte de los nutrientes del aceite de fritura), la liberación de nutrientes del alimento hacia el exterior (lixiviación de vitaminas hidrosolubles y minerales al agua de remojo y/o cocción) o la destrucción de los nutrientes (es el caso de la vitamina C o la A por exposición al oxígeno, por calor intenso o continuado, etcétera).

En general, las vitaminas más inestables durante los procesos culinarios son las vitaminas hidrosolubles, en concreto, la vitamina C, los folatos o B9, la tiamina o B1 y la riboflavina o B2, además de la liposoluble vitamina A o retinol. Por ello es tan útil seguir el consejo de comer a diario vegetales crudos y fruta fresca muy bien lavada y sin pelar.

6.7.2 Cómo minimizar las pérdidas de nutrientes durante la cocción

Se puede reducir de forma considerable la pérdida de vitaminas de los alimentos procesados si se atiende a unos sencillos consejos prácticos. Hay que tener en cuenta las condiciones de almacenaje de los vegetales, siempre en lugar fresco (no tiene por qué ser la heladera, si bien ésta aumenta su vida útil gracias a la temperatura de refrigeración), sin humedades y preservados de la luz solar directa (Urizar, 2012).

Si su consumo se hace lo más próximo a la recolección, la concentración nutritiva será mayor, lo que obliga a comprar con más asiduidad las hortalizas y frutas frescas. Hay que limpiar bien los vegetales enteros y cortarlos, siempre que sea posible, en el momento justo antes de servirlos o de cocinarlos. A la hora de cocinar los vegetales, conviene hacerlo con la cantidad justa de agua, añadirlos al agua hirviendo, no fría, y cocinarlos en el tiempo más breve posible. La cocción al vapor es la que mejor preserva las vitaminas de las hortalizas. Si sobra líquido del hervido, éste se puede utilizar para elaborar otros platos como guisos, arroces, pastas, legumbres, etcétera (Urizar, 2012).

6.7.3 Vitaminas al natural

Los vegetales siempre han destacado en los consejos nutricionales por su relevante aporte de vitaminas, minerales y oligoelementos.

No obstante, otros alimentos como los frutos secos (nueces, almendras, etc.) y las frutas desecadas (uvas pasas, ciruelas secas, pelones, etc.) superan con creces el contenido en algunos de estos nutrientes reguladores como los folatos, la vitamina E, el magnesio, el potasio y el hierro (Urizar, 2012).

6.8 Métodos de cocción

Los métodos de cocción son técnicas culinarias que se utilizan desde la antigüedad para preparar alimentos con la acción del calor. Mediante la cocción se destruyen microorganismos que puedan dañar al organismo. Algunos alimentos son necesarios someterlos al calor para que éstos sean más digeribles por el cuerpo humano ablandando así la textura (Carrillo & Martínez, 2011).

Se definen como técnicas culinarias los procedimientos que se emplean en la elaboración de diferentes platillos, sobre todo en los procesos que implican el uso de calor, ya sea directo o por medio de algunos líquidos como agua o salsas. La cocción se puede definir como el tratamiento térmico de los alimentos con el fin de mejorar su sabor y aumentar la digestibilidad, así como disminuir o eliminar la carga microbiana y de algunos compuestos tóxicos o factores anti nutritivos (Carrillo & Martínez, 2011).

En un alimento, la transferencia de calor se debe a dos factores: la cantidad de calor que absorbe la superficie del alimento y la cuantía y rapidez de la conducción del calor de las orillas al centro del alimento. Otro aspecto importante en la transferencia de masa, la cual se debe al efecto del agua durante la cocción de los alimentos. Ésta modifica los componentes químicos del alimento conforme se incrementa la temperatura y avanza la cocción, se mueve del centro a la superficie donde se evapora. Cuando se aplica calor húmedo, algunos compuestos hidrosolubles pueden pasar al líquido de cocción (Fox & Cameron, 2004).

(Contreras, 2011) Menciona que, mediante la cocción, los alimentos se hacen comestible y que el calor, que es el medio fundamental para cocinar, cumple las siguientes funciones:

- Ablanda la textura de los alimentos, por lo que las sustancias nutritivas y los jugos se hacen más accesibles.
- Coagula la albumina y espesa el almidón, aprovechando de una mejor manera los nutrientes.
- Cambia y mejora el sabor, especialmente mediante la fritura y el asado.
- Destruye los microbios de los alimentos.

6.8.1 Cambios en el alimento

- a) **Físicos:** se ve afectada la apariencia, textura y el sabor del producto.
- b) **Químicos:** valor nutritivo y la seguridad microbiológica.

6.8.2 Cocción húmeda o expansión

Son aquellos en los que el alimento está en contacto con el medio húmedo. El medio de cocción es el agua, vapor de agua u otro líquido (Ordoñez, 2004).

La transmisión de calor se realiza por convección y se define como aquella en la que interviene el agua. Alcanza una temperatura máxima de 100°C a nivel del mar y 120°C en olla de presión (Carrillo & Martínez, 2011).

Ventajas:

- No aumenta el valor calórico del alimento.
- El efecto negativo causado por el calor sobre las vitaminas es inferior respecto a otras técnicas (fritura, parrilla, etc.).
- El alimento resulta más digerible por su menor contenido en grasa añadida.

Desventajas:

- Se produce una pérdida de nutrientes, sobre todo sales minerales.

Dentro de este método se encuentran:

6.8.2.1 Al vapor

Domésticamente se realiza mediante dos recipientes: uno, que se sitúa en la parte inferior, es el que posee el agua en ebullición. El otro, que tiene el fondo agujerado, se coloca encima. Con esta técnica, usada principalmente con las verduras, se logra conservar las vitaminas y minerales hidrosolubles.

Las vitaminas se pierden menos al ser cocinadas por vapor, aunque la temperatura del vapor no pasa de los 100 °C, el tiempo de exposición de los alimentos al calor debe ser bastante más largo, en comparación con otros métodos, entre 10 y 30 minutos. Esto hace que las vitaminas se degraden hasta en un 50% (Gómez, 2008). Para minimizar esta degradación se pueden utilizar tiempos más cortos de cocción a una misma o mayor temperatura dependiendo el tipo de alimento.

6.8.2.2 Escaldar (blanquear)

Es un tratamiento térmico que se aplica sobre todo a productos vegetales. A diferencia de otros procesos, no destruye los microorganismos ni alarga la vida útil de los alimentos. Esta técnica, puede ser previa a un segundo tratamiento, como puede ser la congelación, el enlatado, la liofilización o el secado, produce un ablandamiento en el alimento que facilita el pelado, en caso de los tomates, la limpieza y su posterior envasado.

Este tratamiento forma parte de una etapa previa a otros procesos que tiene como principal objetivo inactivar enzimas, aumentar la fijación de clorofila (de especial importancia en los vegetales verdes) y ablandar el producto.

Consiste en una primera fase de calentamiento del producto a una temperatura entre 70 y 100°C; a esta etapa le sigue otra que consiste en mantener el alimento durante un período de tiempo que suele variar entre 30 segundos y dos o tres minutos a la temperatura deseada; el

último paso es realizar un enfriamiento rápido. De lo contrario se contribuye a la proliferación de microorganismos termófilos resistentes a la temperatura (Rojas, 2009).

Este método de cocción se realiza en un líquido a temperatura de 75 a 98°C. Dado que la temperatura del líquido se mantiene por debajo del punto de ebullición (es decir, no llega a hervir), la capa exterior de los alimentos no se seca demasiado (Carrillo & Martínez, 2011).

Como se sabe, el uso de técnicas de cocción provoca cambios de sabor, olor y textura en los alimentos, es decir, modificaciones físicas y químicas. Algunos de estos cambios son:

- Pérdida de vitaminas y aminoácidos.
- Inactivación de enzimas.
- Disminución de la carga microbiana.
- Fijación de color en algunos vegetales.
- Hidratación de moléculas como el almidón.
- Modificación de características reológicas.
- Generación de tóxicos pirolíticos derivados de aminoácidos y proteínas, como los hidrocarburos aromáticos policíclicos y las aminas heterocíclicas.
- Rancidez.

Fuente: (Carrillo & Martínez, 2011).

Tabla No 2. Comparación de los métodos de cocción

Técnica de cocción	Método	Principio	Equipo	Temperatura	ventajas	desventajas
	Vapor	El alimento tiene no contacto directo con el agua, se da la cocción el vapor que genera la ebullición del agua. Tiempo de cocción más prolongado.	Olla vaporera eléctrica, manual o de acero inoxidable.	Temperatura de vapor de 100°C	Retiene mayor cantidad de nutrientes.	Tiempos largos de cocción.
	Escaldar	El alimento entra en contacto con el agua a cierta temperatura. Tiempo corto de cocción.	Estufa, marmita, olla eléctrica.	70 a 100°C	Menor pérdida de nutrientes. Retiene mejor el color de los alimentos. Se inactivan enzimas. Tiempos cortos de cocción.	Algunos alimentos requieren otro tratamiento posterior.

Fuente: elaboración propia, 2017.

6.9 Análisis de alimentos

El análisis de alimentos se encarga del desarrollo de procedimientos analíticos para evaluar la composición y características de un alimento y ha sido fundamental en la calidad y mejoramiento de la calidad de los alimentos, en la formulación de alimentos nutritivos y seguros para el consumidor. Así también existe una variedad de análisis en alimentos como minerales, vitaminas, proteínas, fibra, humedad entre otros.

6.9.1 Determinación de proteína cruda

En el trabajo de rutina se determina mucho más frecuentemente la proteína total que las proteínas o aminoácidos individuales.

En general, el procedimiento de referencia Kjeldahl determina la materia nitrogenada total, que incluye tanto las no proteínas como las proteínas verdaderas (Aurand, 1987).

Es un análisis esencial en alimentos, determina la proteína bruta es decir de forma general, no obstante, los procedimientos que más se utilizan no determinan la proteína directamente, sino como el contenido de nitrógeno presente, el cual se expresa como nitrógeno total.

El método de referencia que se utiliza para este análisis es el de Kjendahl el cual tiene varias modificaciones.

Esta técnica determina la materia nitrogenada total presente en la muestra, que incluye tanto al nitrógeno proteico como al no proteico.

Para calcular la proteína bruta se multiplica en contenido de nitrógeno por un factor ya establecido que corresponde a 6.25.

6.9.2 Determinación de fibra cruda

El análisis de fibra cruda en alimentos es la pérdida de masa que corresponde a la incineración del residuo orgánico que queda después de la digestión con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio en condiciones específicas (Bonilla, 2011).

Este método permite determinar el contenido de fibra en la muestra, después de ser digerida con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio y calcinado el residuo. La diferencia de pesos después de la calcinación nos indica la cantidad de fibra presente (FAO, 2017).

6.9.3 Determinación de hierro en alimentos

Para la determinación de hierro en alimentos es necesario eliminar la parte orgánica del alimento. Para ello, se calientan las muestras del alimento a una temperatura elevada. Los compuestos orgánicos se queman y se eliminan como vapor de agua y dióxido de carbono gaseoso. Los minerales presentes (como el hierro) permanecen en la ceniza quemada y se disuelven en disolución ácida con HCl la cual es filtrada para reaccionar con KSCN y así obtener una coloración roja que indica la presencia de hierro (Almanza, 2012).

6.10 Análisis de Varianza

El Análisis de Varianza (ANOVA) por sus siglas en inglés (Analysis Of Variance) es una gran herramienta estadística que se utiliza ampliamente tanto en la industria, para el control estadístico de procesos, como en laboratorio de análisis para el control de procedimientos analíticos.

Las técnicas iniciales del Análisis de Varianza fueron desarrolladas por el estadístico y genetista R.A. Fisher en los años 1920 y 1930 y es algunas veces conocido como "Anova de Fisher" o "Análisis de Varianza de Fisher", debido al uso de la distribución F de Fisher como parte del contraste de hipótesis. Así el valor a partir de la "F" de Fisher puede decidir si el factor o tratamiento es estadísticamente significativo (Ramos, 2009).

En 1925 Fisher desarrolló el Análisis de Varianza (ANOVA) con implicaciones en la estimación de los componentes de varianza y diseños experimentales. En 1926 enfatizó el papel crucial de la repetición, aleatorización y del control local en la eficiencia de los experimentos. Creó entonces el diseño de bloques completos al azar (Bautista & Ramírez, 2014).

6.11 Diseño completamente al azar

El diseño completamente al azar es una prueba basada en el Análisis de Varianza, en donde la varianza total se descompone en la “varianza de los tratamientos” y la “varianza del error”. El objetivo es determinar si existe una diferencia significativa entre los tratamientos, para lo cual se compara si la “varianza del tratamiento” contra la “varianza del error” y se determina si la primera es lo suficientemente alta según la distribución “F” (Bosque, 2012).

7. OBJETIVOS

7.1 Objetivo general

- 7.1.1 Determinar la cantidad de proteína, fibra cruda y hierro en hojas de bledo de la variedad *Amaranthus hybridus* antes y después de dos tratamientos térmicos (escaldado y cocción por vapor).

7.2 Objetivos Específicos

- 7.2.1 Determinar el contenido de proteína, fibra cruda y hierro que aportan las hojas de bledo *Amaranthus hybridus* por medio de un análisis fisicoquímico y espectrofotométrico en hojas crudas y luego de ser tratadas por dos tratamientos térmicos (escaldado y cocción por vapor).
- 7.2.2 Establecer si existe diferencia significativa del contenido de proteína, fibra cruda y hierro en hojas de bledo *Amaranthus hybridus* luego de haber aplicado dos tratamientos térmicos (escaldado y cocción por vapor) aplicando un análisis de varianza por bloques al azar.
- 7.2.3 Determinar el tratamiento térmico donde exista una menor pérdida de nutrientes, en base a los resultados de los análisis de laboratorio.

8. HIPÓTESIS

Las hojas de bleo de la variedad *Amaranthus hybridus*, no conservan las cantidades de proteína, fibra cruda y hierro luego de dos tratamientos térmicos

9. RECURSOS

9.1 Humanos

- Asesor principal de investigación: Dr. Sammy Alexis Ramírez Juárez.
- Asesor adjunto de investigación: Inga. Aurora Carolina Estrada Elena.
- Comisión de tesis de la Carrera de Ingeniería en Alimentos.
- Tesista: T.U. Estefanía del Rosario Solís Carrera.

9.2 Físicos

9.2.1 Material de oficina

- Computadora.
- Hojas bond.
- Impresora.
- Folder.
- Lapicero.

9.2.2 Materiales y equipo

- Balanza analítica, precisión 0.1 g.
- Estufa eléctrica.
- Termómetro digital, precisión 1°C. con un rango de (0 a 100) °C.
- Cronómetro, precisión 1 segundo.
- Ollas de acero inoxidable.

- Tenazas.
- Bata de laboratorio.
- Cofia.
- Mascarilla.
- Bolsas Ziploc.
- Olla vaporera eléctrica domestica de 800 watts.

9.2.3 Materia prima

- Hojas de amaranto de la variedad *Amaranthus hybridus*.
- Agua.

9.3 Institucionales

- Centro Universitario del Suroccidente (CUNSUROC).
- Biblioteca del Centro Universitario del Suroccidente (CUNSUROC).
- Laboratorio de bromatología de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).

9.4 Financieros

Los recursos financieros requeridos para la investigación serán sufragados por la tesista.

10. DISEÑO ESTADÍSTICO

Para el diseño estadístico se utilizará un diseño simple con arreglo completamente al azar.

- Los tratamientos serán los métodos a emplear a los que se realizarán los análisis: materia cruda, vapor y escaldado.
- La repetición será el número de muestras a analizar por cada método.

Se analizarán cuatro muestras por cada uno de los tratamientos (materia cruda, vapor y escaldado).

Al final del estudio los resultados serán evaluados mediante un análisis de varianza de acuerdo a la siguiente metodología.

Tabla 3. Análisis de varianza para distribución completamente al azar

Causas de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamiento	$\frac{\sum(\sum \text{Tratamientos})^2 - Fc}{\# \text{ de bloques}}$	# trat -1	$\frac{Sc \text{ trat.}}{Gl \text{ trat}}$	$\frac{CM \text{ trat.}}{CM \text{ error}}$	Tabla F
Bloque	$\frac{\sum(\sum \text{bloques})^2 - Fc}{\# \text{ de tratamientos}}$	# bloq -1	$\frac{Sc \text{ bloq}}{Gl \text{ bloq}}$	$\frac{CM \text{ bloq}}{CM \text{ error}}$	Tabla F
Error	Sc total - Sc tratamientos- Sc bloques	Gl trat * Gl bloq	$\frac{Sc \text{ error}}{Gl \text{ error}}$		
Total	$\sum (\text{dato})^2 - Fc$	n-1			

Fuente: Ph. D. Marco Antonio del Cid Flores, 2017.

Cumpliendo con las fórmulas establecidas en el cuadro 2 se obtiene el factor tabulado, el cual se encuentra en tablas de Fisher con un nivel de confianza del 95% (Ver anexo 12.2).

La interpretación será:

Si el factor calculado (fc) es mayor al factor tabulado (ft) existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Si el factor calculado (fc) es menor al factor tabulado (ft) no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

11. MARCO OPERATIVO

La metodología utilizada para determinar la cantidad de proteína, fibra cruda y hierro en hojas de bledo de la variedad *Amaranthus hybridus* bajo dos tratamientos térmicos (escaldado y cocción por vapor) fué la siguiente:

Fase I: recolección de muestras

Fase II: procedimiento del proceso de los tratamientos térmicos (escaldado y cocción por vapor)

Fase III: determinación de la cantidad de proteína, fibra cruda y hierro en hojas de bledo *Amaranthus hybridus* en materia cruda.

11.1 Fase I: recolección de muestras

Las hojas de bledo de la variedad *Amaranthus hybridus* se obtuvieron en el municipio de San José La Máquina, Línea A-13, Suchitepéquez. Se recolectaron manualmente en un recipiente plástico en una cantidad aproximada de diez libras por medio de un muestreo al azar, el punto de corte se realizó a las seis semanas de la siembra, la planta presentó un aspecto uniformemente verde brillante (no amarillo verdoso) y limpia. Las muestras recolectadas fueron almacenadas a temperatura ambiente para su posterior proceso.

El tamaño de la muestra para una población finita se determinó por la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 p * q N}{e^2 (N - 1) + Z^2 p * q}$$

Donde:

n= tamaño de muestra

N= población (45 plantas)

Z= 1.96 con nivel de confianza de 95%

p= probabilidad a favor 0.05

q= 1-p = 1-0.05 = 0.95, probabilidad en contra 0.95

e= error 5% = 0.05

El valor de "p" que indica que la asociación es estadísticamente significativa ha sido arbitrariamente seleccionado y por consenso se considera en 0.05. Una seguridad del 95% lleva implícito una p de 0.05 (Pita Fernández S, 2010).

$$n = \frac{(1.96^2 * 0.05) * (0.95 * 45 \text{ plantas})}{0.05^2 (45-1) + (1.96^2 * 0.05) * 0.95} = 28.075 \sim 28 \text{ plantas a muestrear.}$$

El tamaño de la muestra fue de 28 plantas de 45 plantas habientes en total. Por ser un muestreo al azar se utilizaron las plantas ubicadas en esquinas y en el centro del área de la plantación.

11.2 Fase II: procedimiento del proceso de los tratamientos térmicos (escaldado y cocción por vapor)

El proceso para llevar a cabo los tratamientos térmicos en hojas de bleo *Amaranthus hybridus* fue el siguiente:

11.2.1 Recepción de materia prima

Después de recolectadas las muestras se llevaron al área de recepción las 28 plantas muestreadas (hojas y tallos)

11.2.2 Selección y pesado

Se verificó que la materia prima no llevara algún peligro físico (material extraño y/o contaminante). Se eliminaron los tallos clasificando únicamente las hojas. Y éstas fueron pesadas para su rendimiento.

11.2.3 Lavado

Las hojas seleccionadas se lavaron por inmersión con agua, eliminando los restos de tierra que puedan contener.

11.2.4 Cocción al vapor

La cocción al vapor se llevó a cabo en una olla vaporera eléctrica doméstica con una potencia de 800 watts con sistema gradual de temperatura a presión atmosférica, provista de dos niveles

Se realizó en dos bach, en el primer nivel 375 ml de agua y en el segundo nivel las hojas de bledo *Amaranthus hybridus* en una cantidad de 0.6 kg. en cada bach. A una temperatura de vapor de 100°C por un período de 8 minutos.

11.2.5 Escaldado

La cocción por escaldado se llevó a cabo en una olla de acero inoxidable con una capacidad de 5 litros donde se le agregó 7.5 litros de agua, la cual se llevó a una temperatura de 70°C medida con un termómetro digital marca Winco, en donde se sumergieron las hojas de bledo en una cantidad de 0.635 kg. para ser escaldadas por un período de 90 segundos. Luego se pasaron las hojas de bledo por un enfriamiento mediante un rociado de agua a temperatura ambiente para evitar que microorganismos resistentes a esa temperatura sobrevivan, técnica a la cual se le llama choque térmico.

11.2.6 Enfriado y escurrido

Las hojas de bledo *Amaranthus hybridus* fueron enfriadas a temperatura ambiente y luego se colocaron en un tamizador plástico para retirar el exceso de agua.

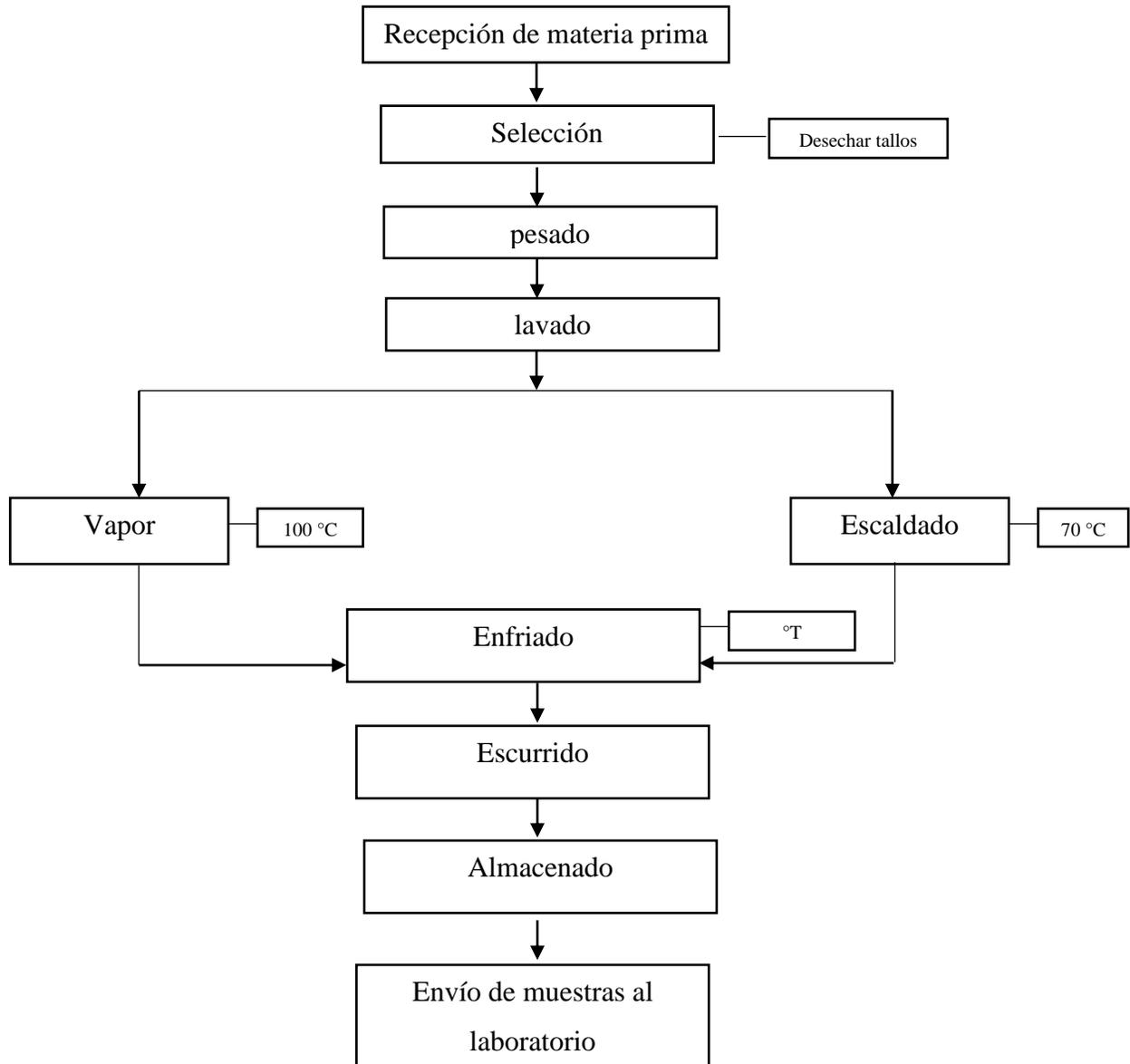
11.2.7 Almacenado

Luego de escurridas las hojas, se almacenaron en bolsas Ziploc a temperatura ambiente para llevarlas al Laboratorio de bromatología para analizar fibra y proteína, y al Laboratorio de Suelo-planta-agua para el análisis de hierro.

11.2.8 Envío de muestras

Las muestras se llevaron personalmente al Laboratorio de Bromatología, Facultad de Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala para el análisis de proteína y fibra cruda y para el análisis de hierro al Laboratorio de Suelo-planta-agua, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.

**11.2.9 Diagrama de bloques: proceso de los tratamientos térmicos
(escaldado y cocción por vapor) en hojas de bledo
*Amaranthus hybridus***



Fuente: elaboración propia, 2017.

11.3 Fase III: determinación del contenido de proteína, fibra cruda y hierro en hojas de bledo *Amaranthus hybridus* tratadas por dos tratamientos térmicos (escaldado y cocción por vapor)

Se tomó un total de 2.7 kg. de muestra para para la determinación de proteína, fibra cruda y hierro en hoja de bledo *Amaranthus hybridus*, las muestras se tomaron en materia cruda como las tratadas térmicamente (ver cuadro No. 4). Se llevaron al Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia y al Laboratorio de Suelo-planta-agua, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala empacadas en bolsas Ziploc.

El tamaño mínimo de cada muestra a enviar solicitado por el Laboratorio de Bromatología, Facultad de Veterinaria y Zootecnia fue de 0.2 kg. por cada muestra y por el laboratorio de Suelo-planta-agua, Facultad de Agronomía el tamaño fue de 0.025 kg. por muestra. Dichas muestras fueron debidamente identificadas y con fecha de envío.

Las metodologías utilizadas por el Laboratorio de Bromatología y Laboratorio Suelo-planta-agua, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala se muestran en la tabla No.4

Tabla No. 4 Metodología utilizada para análisis de proteína, fibra y hierro en hojas de bledo *Amaranthus hybridus* en materia cruda

Análisis	Método de análisis de referencia
Proteína cruda	AOAC: 976.05 Tecator: Manual del kjeltec Auto 1030 Analyzer
Fibra cruda	AOAC 962.09 Batemam
Hierro	AOAC método espectrofotométrico

Fuente: Laboratorio de Bromatología de la Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC- 2017.

Tabla 5. Tipos de muestras y análisis realizado

Tipo de muestra	Análisis a realizar
Hojas crudas	Proteína, fibra cruda y hierro
Escaldado	Proteína, fibra cruda y hierro
Cocción por vapor	Proteína, fibra cruda y hierro

Fuente: Elaboración propia, 2017.

12. RESULTADOS

Proceso de escaldado y vapor de las muestras

Las muestras se recolectaron en el municipio de San José La Máquina del departamento de Suchitepéquez, Línea A-9 Sis. Se recolectó un total de 5.45 kg de hoja fresca libre de tallo. El proceso de escaldado y vapor se llevaron a cabo en el laboratorio de Control de Calidad del Ingenio Tzulá S.A. En el escaldado las hojas previamente lavadas, el agua se llevó a una temperatura de 70°C y las hojas se pasaron por el agua durante 90 segundos. Después se rociaron con agua a temperatura ambiente para evitar la cocción de las hojas y se dejaron en un escurridor para retirar el exceso de agua. El tiempo se determinó al evaluar la consistencia de las hojas que éstas tuvieran un aspecto poco blando para ser comestibles. Se utilizó una cantidad de 0.635 kg de hojas frescas con 7.5 litros de agua para obtener 0.9 kg de muestra de hojas escaldadas que fueron los requeridos por el laboratorio de bromatología y laboratorio de Suelo-planta-agua, Facultad de Agronomía.

El proceso de vapor se llevó a cabo en una olla vaporera eléctrica a una temperatura de vapor de 100°C, las hojas previamente lavadas se colocaron en la bandeja de la olla del primer nivel por un tiempo de 8 minutos. Se utilizó una cantidad de 0.567 kg de hoja fresca con tres litros de agua, con lo cual se obtuvo 0.9 kg de muestra, que fueron los requeridos por el laboratorio de bromatología y laboratorio de Suelo-planta-agua, Facultad de Agronomía.

Fórmula para obtener el rendimiento de las hojas de bleo (*Amaranthus hybridus*)

$$\frac{\text{peso obtenido de las hojas tratadas}}{\text{peso de las hojas frescas si tratar}} \times 100 = \text{rendimiento de las hojas}$$

Hojas escaldadas

$$- \frac{0.9 \text{ kg}}{0.635 \text{ kg}} \times 100 = 41.73\%$$

Hojas al vapor

$$- \frac{0.9 \text{ kg}}{0.567 \text{ kg}} \times 100 = 58.73\%$$

12.1 Resultados de análisis de proteína, fibra cruda y hierro en muestras de hojas de bledo *Amaranthus hybridus* crudas, escaldadas y al vapor.

El análisis se realizó en tres muestras (hojas crudas, escaldadas y al vapor) con cuatro repeticiones por cada una. En total se analizaron doce muestras.

- Peso requerido por el laboratorio de Bromatología para el análisis de proteína y fibra cruda: 0.2 kg por cada muestra (hojas crudas, escaldadas y al vapor). 12 muestras, un total de 2.4 kg.
- Peso requerido por el laboratorio para el análisis de hierro (Fe): 0.025 kg por cada muestra (hojas crudas, escaldadas y al vapor). 12 muestras, un total de 0.3 kg.

Tabla 6. Resultados de proteína cruda en materia seca en muestras de hojas de bledo crudas, escaldadas y al vapor.

Muestra	Repetición	% de Proteína en materia seca	Promedio (%)
hojas crudas	A1	38.95	41.11
	A2	44.96	
	A3	43.60	
	A4	36.94	
Hojas escaldadas	B1	32.10	34.96
	B2	35.37	
	B3	38.74	
	B4	33.62	
Hojas al vapor	C1	47.55	39.74
	C2	38.40	
	C3	38.11	
	C4	34.92	

Fuente: elaboración propia 2018.

Cálculo de la pérdida de proteína:

- Peso muestra cruda - peso muestra tratada

Muestra escaldada

41.11 g – 34.96 g = 6.15 g = la muestra perdió 6.15 g

$$6.15 \text{ g} * \frac{100\%}{41.11 \text{ g}} = 14.95 \%$$

La muestra escaldada perdió 2.54 g en peso, lo que equivale a un 14.95 %

Muestra a vapor

41.11 g – 39.74 = 1.37 g = la muestra a vapor perdió 1.37 g

$$1.37 \text{ g} * \frac{100\%}{41.11 \text{ g}} = 3.33 \%$$

La muestra escaldada perdió 1.37 g en peso, lo que equivale a un 3.33 %

Tabla 7. Resultados de fibra en materia seca en muestras de hojas de bleo crudas, escaldadas y al vapor.

Muestra	Repetición	% de fibra en materia seca	Promedio (%)
hojas crudas	A1	12.87	12.5
	A2	11.53	
	A3	11.07	
	A4	14.54	
Hojas escaldadas	B1	9.65	15.04
	B2	21.35	
	B3	16.44	
	B4	12.71	
Hojas al vapor	C1	12.39	17.6
	C2	17.68	
	C3	18.92	
	C4	21.41	

Fuente: elaboración propia 2018.

Cálculo del aumento de fibra:

- Peso muestra cruda - peso muestra tratada

Muestra escaldada

12.5 g – 15.04 g = -2.54 g = la muestra escaldada ganó 2.54 g

$$2.54 \text{ g} * \frac{100\%}{12.5 \text{ g}} = 20.32 \%$$

La muestra escaldada aumentó 2.54 g en peso, lo que equivale a un 20.32%

Muestra a vapor

12.5 g – 17.6 g = -5.1 g = la muestra a vapor ganó 5.1 g

$$5.1 \text{ g} * \frac{100\%}{12.5 \text{ g}} = 40.8 \%$$

La muestra escaldada aumentó 5.1 g en peso, lo que equivale a un 40.8%

Tabla 8. Resultados de Hierro en muestras de hojas de bledo crudas, escaldadas y al vapor.

Muestra	Repetición	Ppm Hierro	Promedio ppm
hojas crudas	A1	225	211.25
	A2	220	
	A3	220	
	A4	180	
Hojas escaldadas	B1	155	147.5
	B2	150	
	B3	145	
	B4	140	
Hojas al vapor	C1	280	282.5
	C2	290	
	C3	290	
	C4	270	

Fuente: elaboración propia 2018.

Cálculo del aumento y pérdida de hierro:

- Peso muestra cruda - peso muestra tratada

Muestra escaldada

211.25 ppm – 147.5 ppm = 63.75 ppm = la muestra perdió 63.75 ppm

$$63.75 \text{ ppm} * \frac{100\%}{211.25 \text{ ppm}} = 30.17 \%$$

La muestra escaldada perdió 63.75 ppm de hierro, lo que equivale a un 30.17%

Muestra a vapor

211.25 ppm – 282.5 ppm = - 71.25 ppm = la muestra a vapor ganó 71.25 ppm

$$71.25 \text{ ppm} * \frac{100\%}{211.25 \text{ ppm}} = 33.73 \%$$

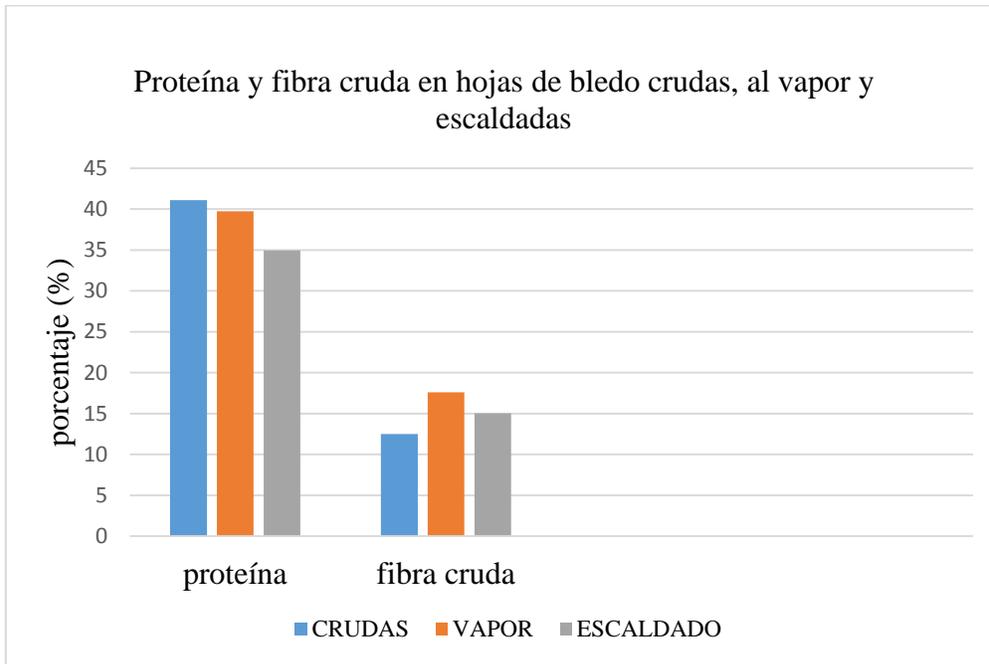
La muestra a vapor aumentó en 71.25 ppm de hierro, lo que equivale a un 33.73%

Tabla 9. Resultados de % de agua y Materia Seca Total (M.S.T) en muestras de hojas de bleo crudas, escaldadas y al vapor.

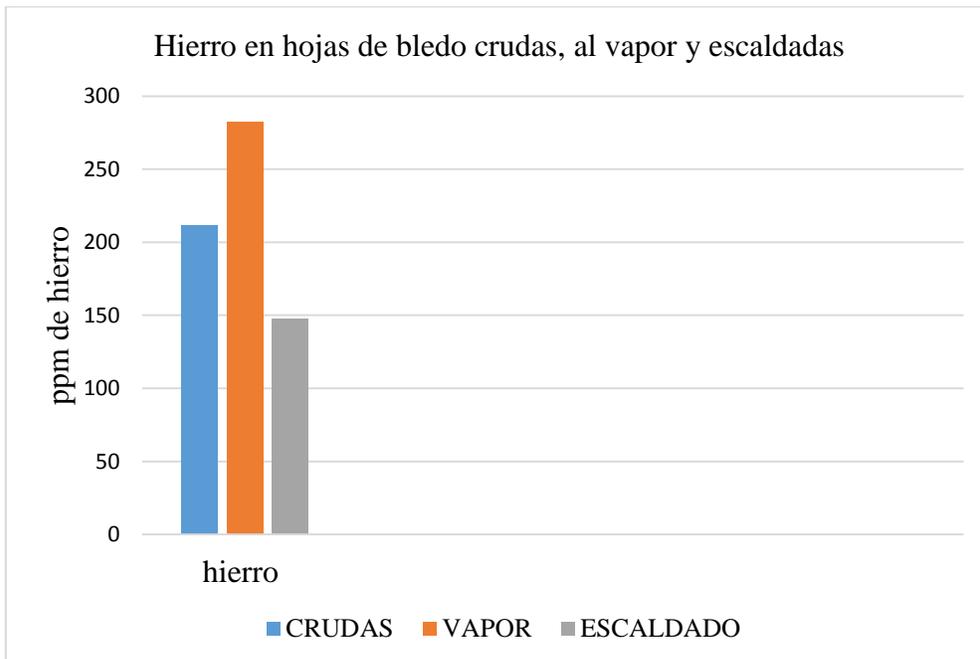
Muestra	Repetición	% Agua	Promedio agua	M.S.T	Promedio M.S.T
hojas crudas	A1	88.57	88.12	11.43	11.88
	A2	87.41		12.59	
	A3	88.77		11.23	
	A4	87.71		12.29	
Hojas escaldadas	B1	91.49	91.59	8.51	8.41
	B2	91.14		8.86	
	B3	90.97		9.03	
	B4	92.76		7.24	
Hojas al vapor	C1	88.85	89.27	11.15	10.73
	C2	89.54		10.46	
	C3	89.93		10.07	
	C4	88.77		11.23	

Fuente: elaboración propia 2018.

- **Gráficas de valores de resultados.**



Fuente: elaboración propia, 2019.



Fuente: elaboración propia, 2019.

12.2 Análisis estadístico de la determinación de proteína, fibra cruda y hierro en hojas crudas de bledo (*Amaranthus hybridus*), escaldadas y al vapor.

Para el análisis estadístico se utilizó un Análisis de Varianza con distribución en bloques al azar. Realizando cuatro repeticiones por tratamiento (hojas crudas, escaldadas y al vapor). En total se analizaron doce muestras de proteína al igual que la fibra cruda y hierro.

Tabla 10. Análisis de Varianza para distribución de bloques al azar.

Causas de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamiento	$\frac{\sum(\sum \text{Tratamientos})^2 - Fc}{\# \text{ de bloques}}$	# trat -1	$\frac{Sc \text{ trat.}}{Gl \text{ trat}}$	$\frac{CM \text{ trat.}}{CM \text{ error}}$	Tabla F
Bloque	$\frac{\sum(\sum \text{bloques})^2 - Fc}{\# \text{ de tratamientos}}$	# bloq -1	$\frac{Sc \text{ bloq}}{Gl \text{ bloq}}$	$\frac{CM \text{ bloq}}{CM \text{ error}}$	Tabla F
Error	Sc total - Sc tratamientos- Sc bloques	Gl trat * Gl bloq	$\frac{Sc \text{ error}}{Gl \text{ error}}$		
Total	$\sum (\text{dato})^2 - Fc$	n-1			

Fuente: Dr. Marco Antonio del Cid

Donde:

- gL = grados de libertad
- N = bloques o tratamientos
- SC = sumatoria de cuadrados
- CM = Cuadrado medio de error
- Ft = factor tabulado de la curva de la prueba de Fischer al 95% de confiabilidad
- Fc = factor calculado de la prueba de Fischer.
- CV = causas de variación

$$FC = \left(\frac{\sum \text{total}^2}{n} \right)$$

Tabla 11. Análisis de Varianza para proteína en %

tratamientos	Hojas crudas	Hojas al vapor	Hojas escaldadas	Total	Σ^2
A1	38.95	47.55	32.10	118.6	14,065.96
A2	44.96	38.40	35.37	118.73	14,096.81
A3	43.60	38.11	38.74	120.45	14,508.20
A4	36.94	34.92	33.62	105.5	11,126.03
Total	164.45	158.98	139.83	463.26	53,797
Σ^2	27,043.80	25,274.64	19,552.43	71,870.87	-----

Fuente: elaboración propia, 2018.

CV	Sc	Gl	CM	Fc	Ft	Conclusión
Tratamiento	48.18	3	16.06	0.6169	6.599	No hay diferencia estadística entre las muestras
Bloque	83.57	2	41.78	1.6051	7.260	No hay diferencia estadística entre las repeticiones de las muestras.
Error	156.19	6	26.032	-----	-----	
Total	239.76	11	-----	-----	-----	

Fuente: elaboración propia, 2018.

Tabla 12. Análisis de Varianza para fibra cruda en %

tratamientos	Hojas crudas	Hojas al vapor	Hojas escaldadas	Total	Σ^2
A1	12.87	12.39	9.65	34.91	1,218.71
A2	11.53	17.68	21.35	50.56	2,556.31
A3	11.07	18.92	16.44	46.43	2,155.74
A4	14.54	21.41	12.71	46.66	2,367.79
Total	50.01	70.4	60.15	180.56	8,298.55
Σ^2	2,501.00	4,956.16	3,618.02	11,075.18	-----

CV	Sc	Gl	CM	Fc	Ft	Conclusión
Tratamiento	49.357	2	16.452	0.777	6.599	No hay diferencia estadística entre las muestras
Bloque	51.969	3	25.984	1.2281	7.260	No hay diferencia estadística entre las repeticiones de las muestras.
Error	126.951	6	21.1585			
Total	178.92	11	-----			

Tabla 13. Análisis de Varianza para Materia Seca Total (M.S.T) en %

tratamientos	Hojas crudas	Hojas al vapor	Hojas escaldadas	Total	Σ^2
A1	11.43	11.15	8.51	31.09	966.59
A2	12.59	10.46	8.86	31.91	1,018.25
A3	11.23	10.07	9.03	30.33	919.91
A4	12.29	11.23	7.24	30.76	946.18
Total	47.54	42.91	33.64	124.09	3,850.93
Σ^2	2,260.05	1,841.27	1,131.65	5,232.97	-----

CV	Sc	Gl	CM	Fc	Ft	Conclusión
Tratamiento	0.4533	2	0.1511	0.2160	6.599	No hay diferencia estadística entre las muestras
Bloque	25.0525	3	12.5262	17.9048	7.260	Sí hay diferencia estadística entre las repeticiones de las muestras.
Error	4.1976	6	0.6996	-----	-----	
Total	29.2501	11	-----	-----	-----	

Tabla 14. Análisis de Varianza para Agua en %

tratamientos	Hojas crudas	Hojas al vapor	Hojas escaldadas	Total	Σ^2
A1	88.57	88.85	91.49	268.91	966.59
A2	87.41	89.54	91.14	268.09	1,018.25
A3	88.77	89.93	90.97	269.67	919.91
A4	87.71	88.77	92.76	269.24	946.18
Total	352.46	357.09	366.36	1,075.91	3,850.93
Σ^2	124,228.0516	127,513.2681	134,219.6496	385,960.9693	-----

CV	Sc	Gl	CM	Fc	Ft	Conclusión
Tratamiento	0.4509	2	0.1503	0.2148	6.599	No hay diferencia estadística entre las muestras
Bloque	25.0523	3	12.5261	17.9046	7.260	Sí hay diferencia estadística entre las repeticiones de las muestras.
Error	4.1978	6	0.6996	-----	-----	
Total	29.2501	11	-----	-----	-----	

Tabla 15. Análisis de Varianza para Hierro (ppm)

Tratamientos	Hojas crudas	Hojas al vapor	Hojas escaldadas	Total	Σ^2
A1	225	280	155	660	435,600
A2	220	290	150	660	435,600
A3	220	290	145	655	429,025
A4	180	270	140	590	348,100
Total	845	1,130	590	2565	1,648,325
Σ^2	714,025	1,276,900	348,100	2,339,025	-----

CV	Sc	Gl	CM	Fc	Ft	Conclusión
Tratamiento	1,172.92	3	390.973	1.3648	6.599	No hay diferencia estadística en las muestras
Bloque	36,487.5	2	18,243.75	63.6873	7.260	Sí hay diferencia estadística en las repeticiones
Error	1,718.75	6	286.458			
Total	38,206.25	11				

13. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los macro y micro nutrientes de la dieta son esenciales para el buen funcionamiento del organismo ya que aportan energía al mismo, desde el punto de vista nutricional es importante qué cantidad de un nutriente está presente en un alimento para ser absorbido por el organismo. Durante la investigación se procedió a determinar las cantidades de proteína, fibra cruda y hierro en hojas de bledo de la variedad *Amaranthus hybridus* antes y después de dos tratamientos térmicos (escaldado y cocción por vapor). Las cantidades de proteína y fibra cruda se realizaron por medio de un análisis bromatológico y el hierro por un análisis químico.

Se analizaron 12 muestras en total; proteína, fibra cruda y hierro (cuatro repeticiones de cada una). Los contenidos de proteína se muestran en la tabla 6 en donde se perdió un mayor % de la misma en el escaldado siendo un 14.95 % (ver tabla 6, página 39) mientras que en la cocción por vapor se perdió un 3.3 % de proteína. Según lo expresado por (Wang, 1997), la reducción en el contenido de proteína en el material vegetal procesado, puede deberse a una pérdida de la fracción soluble, a lo cual contribuyeron el tiempo y la temperatura de proceso. Esta fue una de las razones de las pérdidas del porcentaje de proteína mayor en el escaldado, debido al contacto directo con el agua, ya que las proteínas poseen distintas resistencias al calor por lo que se desnaturalizan con el mismo, las moléculas pierden su estructura, su función y al entrar en contacto con el agua y el calor se pierde la parte soluble de las proteínas. A diferencia en la cocción por vapor, las hojas de bledo no estuvieron en contacto directo con el agua.

En la tabla 7 (página No. 40) se observa un aumento de fibra en los dos tratamientos térmicos aplicados en referencia a la materia cruda. En el escaldado presentó un aumento del 20.32 % mientras que en la cocción por vapor un 40.8% (ver tabla 7, página 40). Este comportamiento puede deberse a varios factores como el grado de madurez del alimento, el contenido de humedad ya que puede haber una pérdida en el agua de cocción, entre otros. Por otro lado según (Park D, 2000) la presencia de otros productos de interacción como amilosa-lípidos o la formación de almidón resistente, puede causar un aumento en la fibra. Este aumento del porcentaje de fibra se debe también a las propiedades funcionales y fisiológicas de la fibra

como la capacidad de retención de agua, de aceite y de hinchamiento (Bernal, 1998) ya que durante los procesos térmicos éstas absorben agua y crean polímeros de mayor peso y tamaño.

Las pérdidas de porcentaje de hierro se debieron a varios factores como la temperatura y el tiempo de contacto del agua con el alimento. Aunque como puede observarse en la tabla 8 (página No. 41) las pérdidas solamente fueron en el proceso de escaldado ya que se perdió un 17.94% en comparación con las hojas crudas, mientras que en el proceso de cocción por vapor hubo un aumento del contenido de hierro de 33.57%.

La pérdida de hierro se debe al contacto con el agua a 70 °C que tuvo la hoja durante el escaldado a pesar del corto tiempo. Aunque los minerales son más estables al calor que las vitaminas, son sensibles a las aguas de lavado y/o de cocción. Por lo que el hierro en este caso fue arrastrado por el agua mediante una lixiviación. La reducción en el contenido de minerales en el grano y hojas de amaranto sometidos al proceso de cocción puede deberse a la difusión de estos elementos en el agua de cocción. (Charley, 1989). Durante la cocción, el contenido de nutrientes de los alimentos puede alterarse por la liberación de nutrientes del alimento hacia el exterior (lixiviación de vitaminas hidrosolubles y minerales al agua de remojo y/o cocción). Las vitaminas son los nutrientes más sensibles, mientras que los minerales pasan al agua de remojo o de cocción (Zuraide, 2010).

En cuanto al aumento del contenido de hierro en la cocción por vapor, éste aumentó en un 33.57% en comparación con las hojas crudas, debido a que las hojas solo tuvieron contacto con el vapor de agua, y no con el agua, también puede deberse a la dureza del agua ya que pudo contener mayores niveles de hierro y de otros minerales, el cual pudo ser arrastrado por el vapor de agua y absorbido por las hojas. Por otro lado la cocción al vapor aumenta o potencia la biodisponibilidad de antioxidantes, e incluso del mineral hierro (Casanova, 2017).

14. CONCLUSIONES

- 14.1** Se acepta la hipótesis, debido a que no se conservan las cantidades de fibra, proteína y hierro después de aplicar dos tratamientos térmicos. (escaldado y cocción por vapor) ya que éstas se degradaron en algunos casos y en otros aumentaron.
- 14.2** Los valores promedios presentados por los análisis realizados en hojas crudas de bledo *Amaranthus hybridus* fueron; proteína 41.11%, fibra 12.05% y hierro 211.25 ppm. En base a dichos valores se presentan los cambios que hubo durante los tratamientos térmicos. La cantidad de fibra aumentó un 20.32% y 40.8 en el escaldado y cocción por vapor, respectivamente. Mientras que en la cantidad de proteína hubo una pérdida en ambos tratamiento térmicos, con un 14.95% y 3.3% en el escaldado y cocción por vapor, respectivamente. En cuanto al hierro hubo una pérdida del 17.49% en el escaldado mientras que en la cocción por vapor tuvo un aumento del 33.567%.
- 14.3** De acuerdo a los resultados obtenidos y según el Análisis de Varianza ANOVA se determinó que no existe diferencia estadística significativa debido al factor tabulado en la tabla “F” de Fisher ya que éste es mayor al factor calculado. Sin embargo existe una diferencia cuantitativa en cuanto a porcentajes aunque ésta no se tome como significativa estadísticamente. Mientras que en las cantidades de hierro según el ANOVA sí existe una diferencia significativa estadísticamente.
- 14.4** La cocción por vapor presentó ser mejor en cuanto al escaldado ya que en el contenido de proteína el porcentaje de pérdida fue menor que en el escaldado y en el contenido de fibra y hierro aumentó sus valores más que en el escaldado.

15. RECOMENDACIONES

- 15.1 Elaborar productos con alto valor nutritivo (galletas, sopas, harinas, tortillas, té, atole, etc.) a partir de las hojas de bledo *Amaranthus hybridus* ya que actualmente se han realizado dando énfasis al grano como tal (amaranto) y la hoja posee tantos nutrimentos como el grano.
- 15.2 Evaluar las diferentes variedades de bledo que existen en el país y a partir de ello crear productos nutritivos y de fácil acceso a la población.
- 15.3 Incluir el bledo de diferentes formas en los programas escolares de alimentación y con ello contribuir a erradicar la desnutrición en niños de temprana edad.
- 15.4 Dar a conocer por medio de conjuntos comunitarios de desarrollo tanto en área rural como urbana, los beneficios que aporta el consumir plantas nativas como el bledo, como cultivarlo e incluirlo en la alimentación cotidiana.

16. REFERENCIAS

- Acharan, M. L. (27 de Julio de 2016). *Terapias naturales*. Recuperado 8 de septiembre de 2017, de: <http://aitueterapiasnaturales.com/secar-o-deshidratar-plantas-y-hierbas-medicinales/>
- Anabel. (29 de Enero de 2014). *Energía de los alimentos*. Recuperado 8 de septiembre de 2017, de: <https://nergiza.com/como-se-calcula-la-energia-de-los-alimentos/>
- Aurand, L. W. (1987). *Food Composition and Analysis*. EE.UU., NY.: An AVI Book.
- Barros, C., & Buenrostro, M. (1997). *Amaranto. Fuente maravillosa de sabor y salud*. México: Grijalbo.
- Bosque, J. A. (2012). *Diseño completamente al azar*. Recuperado 26 septiembre de 2017, de: <http://www.uaaan.mx/~jmelbos/cursos/deapu1b.pdf>
- Botanical. (2017). *Plantas silvestres*. Recuperado el 08 de septiembre de 2017, de: <http://www.botanical-online.com/plantas-silvestres-beneficios.htm>
- Cáceres, A. (2013). Al rescate de las hierbas nativas. *Prensa libre*. Recuperado 9 de septiembre de 2017, de: http://www.prensalibre.com/revista_d/RESCATE-HIERBAS_0_863913937.html
- Carrillo, M. d., & Martínez, E. M. (2011). *Toxicología de los alimentos*. México, CDMX.: Mc Graw Hill.
- Castilla, J. (10 de Junio de 2015). *¿Qué nutrientes pierden las verduras cuando se hierven?* Recuperado 9 de septiembre de 2017, de:

http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/06/150610_salud_alimentos_verduras_coccion_perdida_nutrientes_il

Cervera, M. (4 de Marzo de 2015). *La deshidratación y desecación de los alimentos*. Recuperado 11 septiembre de 2017, de: <https://consejonutricion.wordpress.com/2015/03/04/la-deshidratacion-y-deseccion-de-los-alimentos/>

Cetino, J. C. (2005). *Efecto de la densidad de siembra sobre la producción de biomasa en amarano, Guazacapan, Santa Rosa*. (Tesis Ing. Agr.) USAC. Centro Universitario de Santa Rosa. Facultad de Agronomía. Santa Rosa Guazacapán, Guatemala

Contreras, R. S. (julio de 2011). *Métodos de cocción*. México. Recuperado 11 septiembre de 2017, de: <https://es.scribd.com/document/231361454/2-METODOS-DE-COCCION-pdf#user-util-view-profile>

Delgado, E. O. (Marzo de 2012). *El Amaranto: planta latinoamericana con fuerzas colosales*. Cuba.

FAO. (2017). *Necesidades nutricionales*. Recuperado 12 septiembre de 2017, de: <http://www.fao.org/docrep/014/am401s/am401s03.pdf>

Fox, & Cameron. (2004). *Nutrición y salud*. En *Ciencia de los alimentos*. México: Limusa.

Gómez, E. (5 de Diciembre de 2008). *Cocinar a la plancha o al vapor*. Recuperado 9 septiembre de 2017, de: <https://www.miarevista.es/hogar/articulo/que-es-mejor-cocinar-a-la-plancha-o-al-vapor-701446547784>

González, A. L. (14 de septiembre de 2014). *Nativas y comestibles*. *Prensa libre*. Guatemala. Recuperado 13 septiembre de 2017, de:

http://www.prensalibre.com/revista_d/hojas_nativas_y_comestibles_de_Guatemala-plantas_comestibles_0_1209479281.html

González, E. L. (2014). *Diseño y análisis de experimentos*. (2da. edición). Guatemala. Recuperado 9 de septiembre de 2017, de: https://issuu.com/byrong/docs/dise_o_y_an_lisis_de_exp._2_ed_2013

Grave, C. (7 de julio de 2013). El bledo es una planta deliciosa y nutricional. *Prensa libre*. Guatemala. Recuperado 14 septiembre de 2017, de: http://www.prensalibre.com/baja_verapaz/bledo-planta-deliciosa-nutricional_0_951504863.html

Gutiérrez, J. B. (2002). *Ciencia y tecnología culinaria*. Madrid: Díaz de Santos.

Hart, L. (1991). *Análisis moderno de los alimentos*. España: Acribia.

Hernández, C. (18 de abril de 2013). *Amaranto..* Obtenido de <https://es.slideshare.net/uliseschavito/amaranto-19108830>

INCAP. (Febrero de 2012). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica*. (2da. edición). Guatemala: Serviprensa S.A.

Molina, B. B. (Mayo de 2015). *Proorgánico*. Obtenido de <http://proorganico.info/amaranto.pdf>

Kirk R., S. R., & Egan, H. (1996). *Composición y análisis de alimentos de Pearson* (2da. edición). México, D.F.: Continental S.A. de CV.

Lees, P. (1982). Amaranto ¿el súper cultivo de futuro? *Agricultura de las Américas*, USA. 31 (8); 16-17, 32.

- Mapes, E. (2005). *Recopilación y análisis de la información existente de las especies del género amaranthus cultivadas y de sus posibles parientes silvestres en México*. México, CDMX: Continental.
- Nestlé. (2007). Manual gastronómico. *Métodos de cocción*. Obtenido 15 septiembre de 2017, de: <https://www.nestle-contigo.cl/recetas/ideas-para-compartir/metodos-de-coccion>
- Ordoñez, J. (2004). *Tecnología de Alimentos*. España: Díaz de Santos.
- Ramírez, A. (2010). Química general: *Métodos de análisis*. México, CDMX.: Limusa.
- Ramos, J. (3 de Julio de 2009). *Técnicas de investigación educativa*. Recuperado 14 septiembre de 2017, de: <https://sites.google.com/site/tecnicasdeinvestigaciond38/metodosestadisticos/1-4-analisis-de-varianza>
- Rojas, C. (4 de Junio de 2009). *Escaldado de alimentos*. Recuperado 14 septiembre de 2017, de: <http://revistaialimentos.com/news/285/443/ESCALDADO-DE-ALIMENTOS.htm>
- Sánchez, A. (1980). Potencialidad Industrial del Amaranto. México, CDMX.: Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo.
- Sánchez, D. E. (2004). *Recopilación y análisis de la información existente de las especies del género amaranthus cultivadas y de sus posibles parientes silvestres en México*. México. Recuperado 16 septiembre de 2017, de: http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/centrosOrigen/Amaranthus/Informe_Final/Informe%20final%20Amaranthus.pdf

Sants, C. V. (1 de septiembre de 2013). *Bledo (Amaranthus retroflexus)*. Recuperado 16 septiembre de 2017, de: <https://cistellaverda.wordpress.com/2013/09/01/bledo-amaranthus-retroflexus/>

Sosa, R. (12 de Marzo de 2015). *Amaranthus hypochondriacus*. Recuperado 15 de Septiembre de 2017, de: [https://www.ecured.cu/Amaranto_\(Amaranthus_hypochondriacus\)](https://www.ecured.cu/Amaranto_(Amaranthus_hypochondriacus))

Urizar, P. (7 de Noviembre de 2012). Protegiendo nutrientes en los alimentos. *Diario Libre*. Recuperado 17 septiembre de 2017, de: <https://www.diariolibre.com/revista/protegiendo-nutrientes-en-los-alimentos-DOd1358649>

Vallejo, G. (Septiembre de 2013). *Vida saludable*. Recuperado 18 septiembre de 2017, de: <http://vidasaludable.com/conozca-metodo-coccion-parrilla/>

Vallés, F. (septiembre de 2017). *Bledo*. Recuperado 17 septiembre 2017, de: <http://ichn.iec.cat/Bages/planes/Imatges%20grans/cAmaranthus%20retroflexus.htm>

Veliz, S. (28 de Agosto de 2010). ABC color. *Pérdida de nutrientes durante la cocción*. Recuperado 14 septiembre de 2017, de: <http://www.abc.com.py/articulos/perdida-de-nutrientes-durante-la-coccion-152947.html>



Vo. Bo. Licda. Ana Teresa de González
Bibliotecaria CUNSUROC



17. ANEXOS

17.1 Cantidad diaria de proteína recomendada para cubrir las necesidades de la población con la dieta mixta.

Edad			Ingesta recomendada g/kg/día
Niños	4 – 6	meses	2.5
	7 – 9	meses	2.2
	10 – 12	meses	2.0
	1 – 2	años	1.6
	2 – 3	años	1.55
	3 – 5	años	1.5
	5 – 12	años	1.35
Hombres	12 – 14	años	1.35
	14 – 16	años	1.3
	16 – 18	años	1.2
	18 y más	años	1.0
Mujeres	12 – 14	años	1.3
	14 – 16	años	1.2
	16 – 18	años	1.1
	18 y más	años	1.0
Cantidad adicional por día (g)			
Embarazo			8
Lactancia primeros 6 meses			23
Lactancia después de 6 meses			16

Fuente: necesidades nutricionales diarias del INCAP, 2012.

17.2 Tabla “F” de Fisher para encontrar “f” tabulado. Nivel de significancia 5%

v1/v2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54
2	18.513	19.000	19.164	19.247	19.296	19.330	19.353	19.371	19.385
3	10.128	9.5521	9.2766	9.1172	9.0135	8.9406	8.8868	8.8451	8.8123
4	7.7086	6.9443	6.5914	6.3883	6.2560	6.1631	6.0942	5.0410	6.9988
5	6.6079	5.7861	5.4095	5.1922	5.0503	4.9503	4.8759	4.8183	4.7725
6	5.9874	5.1433	4.7571	4.5337	4.3874	4.2839	4.2066	4.1468	4.0990
7	5.5914	4.7374	4.3468	4.1203	3.9715	3.8660	3.7870	3.7257	3.6767
8	5.3177	4.4590	4.0662	3.8378	3.6875	3.5806	3.5005	3.4381	3.3880
9	5.1174	4.2565	3.8626	3.6331	3.4817	3.3738	3.2927	3.2296	3.1789
10	4.9646	4.1028	3.7083	3.4780	3.3258	3.2172	3.1355	3.0717	3.0204
11	4.8443	3.9823	3.5874	3.3567	3.2039	3.0946	3.0423	2.9480	2.8962
12	4.7472	3.8853	3.4903	3.2592	3.1059	2.9951	2.9134	2.8486	2.7964
13	4.6672	3.8056	3.4105	3.1791	3.0254	2.9153	2.8321	2.7669	2.7144
14	4.6001	3.7389	3.3490	3.1122	2.9582	2.8477	2.7642	2.6987	2.6458
15	4.5431	3.6823	3.2874	3.0556	2.9013	2.7905	2.7066	2.6408	2.5876
16	4.4940	3.6337	3.2389	3.0069	2.8524	2.7413	2.6572	2.5911	2.5377
17	4.4513	3.5915	3.1965	2.9647	2.8100	2.6987	2.6143	2.5480	2.4943
18	4.4139	3.5546	3.1599	2.9277	2.7729	2.6613	2.5767	2.5102	2.4563
19	4.3808	3.5219	3.1274	2.8951	2.7401	2.6283	2.5435	2.4768	2.4227
20	4.3513	3.4928	3.0987	2.8661	2.7109	2.5990	2.5140	2.4471	2.3928
21	4.3248	3.4668	3.0752	2.8401	2.6848	2.5727	2.4876	2.4206	2.3661
22	4.3009	3.4434	3.0491	2.8167	2.6613	2.5491	2.4638	2.3962	2.3419
23	4.2793	3.4221	3.0281	2.7955	2.6400	2.5277	2.4422	2.3748	2.3201
24	4.2597	3.4028	3.0088	2.7763	2.6207	2.5082	2.4226	2.3551	2.3002
25	4.2417	3.3862	2.9920	2.7587	2.6030	2.4904	2.4047	2.3371	2.2821
26	4.2252	3.3690	2.9751	2.7426	2.5868	2.4741	2.3883	2.3205	2.2655
27	4.2100	3.3541	2.9604	2.7278	2.5719	2.4591	2.3732	2.3053	2.2501
28	4.1960	3.3404	2.9467	2.7141	2.5581	2.4453	2.3593	2.2913	2.2360
29	4.1830	3.3277	2.9340	2.7014	2.5454	2.5324	2.3463	2.2782	2.2229
30	4.1709	3.3157	2.9223	2.6898	2.5336	2.4205	2.3343	2.2662	2.2107
40	4.0848	3.2317	2.8387	2.6060	2.4495	2.3359	2.2490	2.1802	2.1240
60	4.0012	3.1504	2.7581	2.5252	2.3683	2.2540	2.1665	2.0970	2.0401
120	3.9201	3.0718	2.6802	2.4472	2.2900	2.1750	2.0867	2.0164	1.9588
∞	3.8415	2.9957	2.6049	2.3719	2.2141	2.0986	2.0096	1.9384	1.8799

Distribución de F tabulado al 5% de nivel de significancia (Watts et al., 1992).

...continuación

	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	241.88	243.91	245.95	248.01	249.05	250.09	251.14	252.20	253.25	254.32
2	19.396	19.413	19.429	19.446	19.454	19.462	19.471	19.479	19.487	19.496
3	8.7855	8.7446	8.7029	8.6602	8.6385	8.6166	8.5944	8.5720	8.5494	8.5265
4	5.9644	5.9117	5.8578	5.8025	5.7744	5.7459	5.7170	5.6878	5.6581	5.6281
5	4.7351	4.6777	4.6188	4.5581	4.5272	4.4957	4.4638	4.4314	4.3981	4.3650
6	4.0600	3.9999	3.9381	3.8742	3.8415	3.8082	3.7743	3.7398	3.7047	3.6688
7	3.6365	3.5747	3.5108	3.4450	3.4105	3.3758	3.3404	3.3043	3.2674	3.2298
8	3.3472	3.2840	3.2184	3.1503	3.1152	3.0794	3.0328	3.0053	2.9669	2.9276
9	3.1373	3.0729	3.0061	2.9365	2.9005	2.8637	2.8259	2.7872	2.7475	2.7067
10	2.7820	2.9130	2.8450	2.7740	2.7372	2.6996	2.6609	2.6211	2.5801	2.5379
11	2.8536	2.7876	2.7186	2.6464	2.6091	2.5705	2.5309	2.4900	2.4480	2.4045
12	2.7534	2.6866	2.6169	2.5436	2.5055	2.4663	2.4259	1.0000	2.3410	2.2962
13	2.6710	2.6037	2.5331	2.4589	2.4202	2.3803	2.3392	2.3842	2.2524	2.2064
14	2.6021	2.5342	2.4630	2.3879	2.3487	2.3082	2.2664	2.2966	2.1778	2.1307
15	2.5437	2.4753	2.4035	2.3270	2.2878	2.2468	2.2043	2.2230	2.1141	2.0658
16	2.4935	2.4247	2.3522	2.2756	2.2354	2.1938	2.1507	2.1601	2.0589	2.0096
17	2.4499	2.3807	2.3077	2.2304	2.1898	2.1477	2.1040	2.1058	2.0107	1.9604
18	2.4117	2.3421	2.2686	2.1906	2.1497	2.1071	2.0629	2.0584	1.9681	1.9168
19	2.3779	2.3080	2.2341	2.1550	2.1141	2.0712	2.0264	2.0166	1.9302	1.8780
20	2.3479	2.2776	2.2033	2.1242	2.0825	2.0391	1.9938	1.9796	1.8963	1.8432
21	2.3210	2.2504	2.1751	2.0660	2.0540	2.0102	1.9645	1.9464	1.8657	1.8117
22	2.2937	2.2258	2.1508	2.0707	2.0283	1.9842	1.9380	1.9165	1.8380	1.7831
23	2.2747	2.2034	2.1282	2.0476	2.0050	1.9605	1.9139	1.8895	1.8128	1.7570
24	2.2547	2.1834	2.1077	2.0267	1.9838	1.9390	1.8920	1.8649	1.7897	1.7331
25	2.2365	2.1649	2.0889	2.0075	1.9643	1.9192	1.8718	1.8424	1.7684	1.7110
26	2.2191	2.1479	2.0716	1.9898	1.9464	1.9010	1.8533	1.8217	1.7488	1.6906
27	2.2043	2.1323	2.0558	1.9736	1.9299	1.8842	1.8361	1.8027	1.7307	1.6717
28	2.1900	2.1176	2.0411	1.9586	1.9147	1.8687	1.8203	1.7851	1.7138	1.6541
29	2.1768	2.1046	2.0275	1.9446	1.9005	1.8543	1.8055	1.7689	1.6981	1.6377
30	2.1646	2.0921	2.0148	1.9317	1.8874	1.8409	1.7918	1.7537	1.6835	1.6223
40	2.0772	2.0035	1.9245	1.8389	1.7929	1.7444	1.5928	1.7369	1.5766	1.5089
60	1.9926	1.9174	1.8364	1.7480	1.7001	1.6491	1.5943	1.6380	1.4673	4.3892
120	1.9105	1.8337	1.7505	1.6580	1.6084	1.5543	1.4952	1.4290	1.3519	1.2539
∞	1.8307	1.7522	1.6664	1.5705	1.5173	1.4591	1.3940	1.3180	1.2214	1.0000

Continuación de distribución de F tabulado al 5% de nivel de significancia (Watts et al., 1992).

18. APÉNDICE

18.1 Resultados de proteína, fibra cruda y hierro en hojas crudas

Hojas crudas/repetición	Proteína (g)	Fibra cruda (g)	Hierro ppm
R1	38.95	12.87	225
R2	44.96	11.53	220
R3	43.60	11.07	220
R4	36.94	14.54	180

Fuente: elaboración propia, 2018.

18.2 Resultados de proteína, fibra cruda y hierro en hojas escaldadas

Hojas crudas/repetición	Proteína (g)	Fibra cruda (g)	Hierro ppm
R1	32.10	9.65	155
R2	35.37	21.35	150
R3	38.74	16.44	145
R4	33.62	12.71	140

Fuente: elaboración propia, 2018.

18.3 Resultados de proteína, fibra cruda y hierro en hojas al vapor

Hojas crudas/repetición	Proteína (g)	Fibra cruda (g)	Hierro ppm
R1	47.55	12.39	280
R2	38.40	17.68	290
R3	38.11	18.92	290
R4	34.92	21.41	270

Fuente: elaboración propia, 2018.

18.4 Fotografías

18.4.1 Plantación de bledo de la variedad *Amaranthus hybridus*

Planta de bledo

Amaranthus hybridus



Fuente: elaboración propia, 2018.

Dispersión de la plantación Amaranthus hybridus



Fuente: elaboración propia, 2018.

Altura de la planta

Amaranthus hybridus



Fuente: elaboración propia, 2018.

Florescencia de la planta

Amaranthus hybridus



Fuente: elaboración propia, 2018.

Muestras de bledo crudas, escaldadas y al vapor

Amaranthus hybridus



Fuente: elaboración propia, 2018.

Muestras de bledo identificadas con tratamiento
aplicado y fecha.

Amaranthus hybridus



Fuente: elaboración propia, 2018.

18.5 Resultados de análisis de Laboratorio



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal Solicitado por:

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

ESTEFANIA SOLÍS CARRERA. Dirección **MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ.** No. **367**



Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Telefax: 24188307 Teléfono: 24188307 ext. 1676
E-mail: bromato2000@yahoo.es

Fecha de recibida la muestra: **17-07-2018.** Fecha de realización: **DEL 23 AL 27- 07-2018.**

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D %	Lignina %	Dig. Pepsina %	ÁCIDEZ	TND %	E.B. Kcal/Kg
488	HOJAS CRUDAS DE BLEDO 19/07/2018	SECA	88.77	11.23	---	11.07	43.60	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	1.24	4.89	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
489	HOJAS CRUDAS DE BLEDO 19/07/2018	SECA	87.71	12.29	---	14.54	36.49	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	1.79	4.49	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
490	HOJAS DE BLEDO AL VAPOR 19/07/2018	SECA	89.54	10.46	---	17.68	38.40	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	1.85	4.01	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
491	HOJAS DE BLEDO AL VAPOR 19/07/2018	SECA	89.93	10.07	---	18.92	38.11	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	1.91	3.84	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

OBSERVACIONES:

Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Sé prohíbe la reproducción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

TOTAL DE MUESTRAS REPORTEADAS EN ESTA HOJA 4

T. L. José A. Morales S.
Laboratorista

Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

Resultados 2018/367
27/07/18





Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

Solicitado por: ESTEFANIA SOLÍS CARRERA. Dirección: MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ. No. 366

Fecha de recibida la muestra: 17-07-2018. Fecha de realización: DEL 23 AL 27- 07-2018.



Edificio M6, 2º Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Telefax: 24188307 Teléfono: 24188307 ext. 1676
E-mail: bromato2000@yahoo.es

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D %	Lignina %	Dig. Pepsina %	ÁCIDEZ	TND %	E.B. Kcal/Kg
484	HOJAS CRUDAS DE BLEDO 19/07/2018	SECA	88.57	11.43	--	12.87	38.95	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	1.47	4.45	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
485	HOJAS DE BLEDO ESCALDADAS 19/07/2018	SECA	91.49	8.51	---	9.65	32.10	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	0.82	2.73	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
486	HOJAS DE BLEDO AL VAPOR 19/07/2018	SECA	88.85	11.15	---	12.39	47.55	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	1.38	5.30	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
487	HOJAS CRUDAS DE BLEDO 19/07/2018	SECA	87.41	12.59	---	11.53	44.98	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	1.45	5.66	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

OBSERVACIONES:

Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA 4

[Signature]
T. L. José A. Morales S.
Laboratorista

[Signature]
Lic. Miguel Ángel Redenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

Resultados 2018/366
27/07/18





Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

ESTEFANIA SOLÍS CARRERA, Dirección MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ, No. 368



Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Telefax: 24188307 Teléfono: 24188307 ext. 1676
E-mail: bromato2000@yahoo.es

Fecha de recibida la muestra: 17-07-2018. Fecha de realización: DEL 23 AL 27- 07-2018.

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D %	Lignina %	Dig. Pepsina %	ÁCIDEZ	TND %	E.B. Kcal/Kg
492	HOJAS DE BLEDO AL VAPOR 19/07/2018	SECA	88.77	11.23	---	21.41	34.92	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	2.40	3.92	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
493	HOJAS DE BLEDO ESCALDADAS 19/07/2018	SECA	91.14	8.86	---	21.35	35.37	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	1.89	3.13	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
494	HOJAS DE BLEDO ESCALDADAS 19/07/2018	SECA	90.97	9.03	---	16.44	38.74	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	1.48	3.50	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
495	HOJAS DE BLEDO ESCALDADAS 19/07/2018	SECA	92.76	7.24	---	12.71	33.82	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	0.92	2.45	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

OBSERVACIONES:

Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

T. L. Hans A. Hoya R.
Laboratorista

Lic. Miguel Angel Roldenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

Resultados 2018/368
27/07/18



18.4.3 *Análisis de hierro aplicado en muestras de bledo crudas, escaldadas y al vapor de la variedad Amaranthus hybridus*



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
 LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"



INTERESADO: ESTEFANIA SOLIS CARRERA
PROCEDENCIA: MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
FECHA DE INGRESO: 19/7/2018

ANALISIS QUIMICO DE HOJAS DE BLEDO

IDENTIFICACION	ppm Fe
HOJAS CRUDAS T1M1	225
HOJAS CRUDAS T1M2	220
HOJAS CRUDAS T1M3	220
HOJAS CRUDAS T1M4	180
HOJAS COCIDAS AL VAPOR T2M1	280
HOJAS COCIDAS AL VAPOR T2M2	290
HOJAS COCIDAS AL VAPOR T2M3	290
HOJAS COCIDAS AL VAPOR T2M4	270
HOJAS ESCALDADAS T3M1	155
HOJAS ESCALDADAS T3M2	150
HOJAS ESCALDADAS T3M3	145
HOJAS ESCALDADAS T3M4	140




CAMPUS CENTRAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 EDIFICIO UVIGER, TERCER NIVEL, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12, GUATEMALA
 CODIGO POSTAL 01012, APARTADO POSTAL 1545, TEL: (502)24189308, (502) 24188000 EXT 1562 Ó 1769

Fuente: elaboración propia, 2018.

19. GLOSARIO

Anti nutrientes: los anti nutrientes son compuestos naturales o sintéticos que interfieren con la absorción de nutrientes. Se encuentran en la mayoría de los alimentos en varias formas.

Antofita: planta que presenta flores.

AOAC: Asociación de Químicos Analíticos Oficiales.

Ápice: refiere a la punta, el vértice, el pico o el extremo de una cosa.

Base cuneada: hoja que en su base se estrecha paulatinamente.

Bráctea: son unos órganos propios de las plantas angiospermas (con flor). Acompañan a las flores otorgando protección a la flor inmadura.

C4: tipo de fotosíntesis de las plantas que utilizan cuatro carbonos. Las plantas C4 usan el agua más eficientemente y conservan la humedad del suelo.

Características reológicas: es la rama de la física de medios continuos que se dedica al estudio de la deformación y el fluir de la materia.

Celíaca: la enfermedad celíaca es la intolerancia permanente al gluten, conjunto de proteínas presentes en el trigo.

Cuantía: número de unidades, tamaño o porción de una cosa, especialmente cuando es indeterminado.

Fito nutrientes: son componentes orgánicos (reciben el nombre de Fitoquímicos) que se encuentran en las plantas, y que les brindan una serie de propiedades protectoras y beneficios para mantener y garantizar su vitalidad.

Flavonoides: los flavonoides son pigmentos vegetales con un marcado poder antioxidante, que previenen el envejecimiento celular y los procesos degenerativos.

Folatos: es una vitamina B que se encuentra naturalmente presente en muchos alimentos. Una forma de folato, denominada ácido fólico, se utiliza en suplementos dietéticos y alimentos fortificados.

Homólogo: que es semejante a otra cosa por tener en común con ella características referidas a su naturaleza, función o clase.

Liofilización: método de conservación que consiste en deshidratación a una rápida congelación y eliminando el hielo posteriormente mediante un ligero calentamiento al vacío que lo transforma en vapor.

Lixiviación de vitaminas: la liberación de nutrientes del alimento hacia el exterior en el agua de remojo y/o cocción.

Macuy: planta comestible también conocida como majcuy, quilete o hierbamora, que se encuentra frecuentemente en el altiplano de Guatemala.

Oligoelementos: son metales o metaloides que están en el cuerpo en dosis infinitesimales pero que son imprescindibles como catalizadores de las reacciones bioquímicas del organismo. Bromo, boro, cromo, cobalto, cobre, flúor, hierro, manganeso, molibdeno, entre otros.

Pubescentes: es cualquier órgano vegetal que puede ser hoja, fruto, etc. o el conjunto que presenta su superficie cubierta de pelos suaves y finos y que responden a un fenómeno de adaptación de las plantas.

Quelites: del náhuatl "quilitil", que designa a las plantas de follaje comestible, sobre todo a varias especies de hierbas silvestres, comestibles cuando aún son tiernas.

Sahagún: lugar, es una provincia de León en la zona noroccidental de la comunidad autónoma de Castilla y León de España.

Tóxicos policíclicos: son una clase importante de contaminantes o xenobióticos que persisten en suelos, sedimentos y material particulado suspendido en el aire.

Voleo: al azar, arbitrariamente, sin establecer un criterio.



Mazatenango, 18 de febrero de 2019

Para:
Comisión de Trabajo de Graduación
Ingeniería en Alimentos
USAC – CUNSUROC
Presente

Estimados profesionales:

Les saludamos deseándoles éxitos en sus labores diarias.

Mediante la presente se hace constar que se ha revisado el documento de trabajo de graduación correspondiente a la evaluación de seminario II, titulado: "DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE PROTEÍNA, FIBRA CRUDA Y HIERRO EN HOJAS DE *BLEDO AMARANTHUS HYBRIDUS* ANTES Y DESPUÉS DE DOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS (ESCALDADO Y COCCIÓN POR VAPOR)", perteneciente al estudiante: Estefanía del Rosario Solís Carrera identificado con el número de Carné 200945511, el cual presenta los requisitos establecidos de redacción, por lo que aprobamos su contenido, para que proceda con los trámites correspondientes.

Deferentemente,

(f)

Presidente terna evaluadora
Ing. Mynor Enrique Cárcamo

(f)

Secretario terna evaluadora
Inga. Liliana Esquit Donis

(f)

Vocal terna evaluadora
Ing. Carlos Hernández

c.c. Archivo



Mazatenango, 13 de marzo de 2019.

Ing. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador carrera de Ingeniería en Alimentos.
CUNSUROC -USAC-.
Presente.

Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

El motivo de la presente, es para informarle que la comisión de trabajo de graduación ha recibido el informe revisado de los asesores nombrados y las correcciones correspondientes de la terna evaluadora de la evaluación de seminario II, del Trabajo de Graduación titulado: **Determinación de la cantidad de proteína, fibra cruda y hierro en hojas de bledo *Amaranthus hybridus* antes y después de dos tratamientos térmicos (escaldado y cocción por vapor)** del (la) estudiante: **Estefanía del Rosario Solís Carrera**, identificado (a) con número de carné: **200945511**.

El documento antes mencionado presenta los requisitos establecidos de redacción y corrección, para que proceda con los trámites correspondientes.

Deferentemente.

Ing. Marvin Manolo Sánchez López.

Secretario de comisión de trabajo de graduación.





Mazatenango, 13 de marzo de 2019.

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano.
Director del Centro Universitario del sur Occidente.
CUNSUROC -USAC-.
Presente.

Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

De conformidad con el cumplimiento de mis funciones, como Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Alimentos del Centro Universitario del Suroccidente - CUNSUROC-, de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-, he tenido a bien revisar el informe de trabajo de gradación titulado: **Determinación de la cantidad de proteína, fibra cruda y hierro en hojas de bledo *Amaranthus hybridus* antes y después de dos tratamientos térmicos (escaldado y cocción por vapor)**, quien se identifica con número de carné: **200945511**.

El documento antes mencionado llena los requisitos necesarios para optar al título de Ingeniero en Alimentos. En el grado académico de licenciado, por lo que solicito la autorización del imprimase.

Deferentemente.



M. Sc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador
Carrera de Ingeniería en Alimentos.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-01-2019

DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, veintiséis de marzo de dos mil diecinueve_____

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes de la Comisión de Tesis y del Secretario del comité de Tesis, “**DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE PROTEÍNA, FIBRA CRUDA Y HIERRO EN HOJAS DE BLEDO *Amaranthus hybridus* ANTES Y DESPUÉS DE DOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS (ESCALDADO Y COCCIÓN POR VAPOR**” de la estudiante: **Estefanía del Rosario Solís Carrera**, carné No. **200945511**. CUI: **2159 19432 0101** de la carrera Ingeniería en Alimentos.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Dr. Guillermo Vinicio Tello Castro
Director - CUNSUROC -USAC



/gris