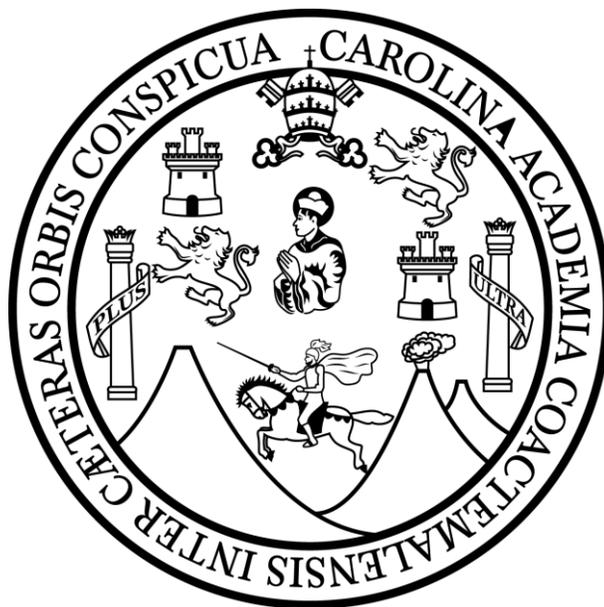


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE.

INGENIERÍA EN ALIMENTOS



TRABAJO DE GRADUACIÓN

Determinación de la concentración de ácido fólico biodisponible en la formulación de una bebida tipo atole elaborada a partir de las harinas de garbanzo (Cicer arietinum) y chía (Salvia hispánica).

PRESENTADO POR:

T.U. Magdalena Mariela González Ordoñez

Carné 201145535

CUI 2046 50097 1101

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, ABRIL DE 2018.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

Rector

Dr. Carlos Enrique Camey Rodas

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
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

Lcda. Elisa Raquel Martínez González

Vocal

Br. Irrael Esduardo Arriaza Jerez

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar
Coordinador Académico

MSc. Alvaro Estuardo Gutiérrez Gamboa
Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

Lic. Luis Carlos Muñoz López
Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Lic. Mauricio Cajas Loarca
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

M.V. Edgar Roberto del Cid Chacón
Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Ing. Agr. Edgar Guillermo Ruiz Recinos
Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

Inga. Agra. Iris Yvonnee Cárdenas Sagastume
Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

MSc. Tania María Cabrera Ovalle
Coordinadora Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales
Abogado y Notario

Lic. José Felipe Martínez Domínguez
Coordinador de Área

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

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

MSc. Paola Marisol Rabanales
Coordinadora Carrera Periodista Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

AGRADECIMIENTOS

Dios Padre Todopoderoso

Por permitirme culminar esta etapa, por la sabiduría, paciencia y sensatez dada en el transcurso de esta etapa y ayudarme a mantenerme firme.

Nuestro Señor Jesucristo

Por ser mi amigo incondicional, porque nadie más que Él para guiar cada paso que daba.

El Espíritu Santo

Por ser mi fuente de fortaleza cuando más lo necesite.

Mis hermanos

Miriam Elizabeth, Mariano Antonio y Amelia Argentina por ser partícipe de que el día de hoy culmine esta etapa, gracias por los buenos compartidos y porque de una y otra forma siempre tenía el apoyo de ustedes.

A Jorge Mario

Gracias por estar a mi lado en la culminación de esta etapa, por su apoyo, confianza y el amor brindando hacia mí. Gracias a Dios que nos permite estar juntos en este logro obtenido, tenga por seguro que mis triunfos son sus triunfos y sé que esto solo es el principio de las bendiciones que Dios nos dará a ambos.

Mis asesores

Dr. Sammy Ramírez por su apoyo en esta etapa y un especial agradecimiento al Ing. Aldo Antonio de León Fernández por su apoyo incondicional he invaluable en la elaboración de mi trabajo de graduación, gracias por orientarme en el transcurrir de esta etapa.

Mis Catedráticos

Ing. Víctor Manuel Nájera, Inga. Carolina Estrada, Dr. Sammy Ramírez, Ing. Mynor Cárcamo, Inga. Astrid Argueta, Ing. Aldo de León, Q.B. Gladys Calderón

Castilla, Inga. Silvia Guzmán, Inga. Liliana Esquit, Ing. Carlos Hernández, muchas gracias por el apoyo y conocimientos compartidos durante mi formación académica y en especial al M.V. Edgar del Cid Chacón y al Ph. D. Marco Antonio del Cid Flores, gracias por el apoyo brindado durante el proceso de trabajo de graduación.

Mis amigos de la universidad

Silvana Rivas, Flor de María Domingo Camposeco, María Guadalupe Pol, Kimberly Negro, Hellen Estrada, Dulce María Umaña, Henry Ambrosio, Hely Villagrán, Víctor Alberto Hernández, Leonel Méndez, Wendy Saraí López, Carol Catalina Galindo, Gabriela Rivera, Ivana Ortiz, Nadia Saldaña, Syndi Fernanda Sosa, gracias por los buenos momentos compartidos y porque hicieron de mi estadía en la universidad aún mejor.

Mi casa de estudios

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, porque por medio de ella adquirí conocimientos fundamentales para mi formación académica y profesional.

ACTO QUE DEDICO A

DIOS TODOPODEROSO

Por permitirme llegar hasta donde estoy, por ser la fuente de fortaleza y sabiduría a mi vida espiritual. Porque sin duda alguna no estaría aquí si no fuera por su infinita misericordia y gracia.

Salmos 138:8 Jehová cumplirá su propósito en mí; Tu misericordia, oh Jehová, es para siempre; No desampares la obra de tus manos.

A MIS ABUELOS

Fidel Ordoñez Fuentes (Q.E.P.D.) porque por medio de él conocí la humildad en el ser humano; por enseñarme mucho por medio de su ejemplo, a mi abuela Esther López Velásquez, por cuidarnos desde niños junto a mis hermanos, gracias a ambos por formarme desde niña con buenos valores y ser más que mis abuelos, son también mis padres. Les agradezco infinitamente por el amor y apoyo hacia mi madre y a mis hermanos, también por enseñarme lo esencial en la vida; el temor a DIOS TODOPODEROSO.

A MIS PADRES

Sandra Ordoñez López y José Mariano González, por su incondicional apoyo hacia mi durante el trayecto de mi vida y sobre todo en esta etapa; por enseñarme y hacerme entender que la unión hace la fuerza en la familia. Gracias por no rendirse a pesar de las pruebas que hemos pasado y mantener firme a la familia.

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
4. JUSTIFICACIÓN.....	7
5. MARCO TEÓRICO.....	8
5.1 Garbanzo.....	8
5.1.1 Propiedades nutricionales.....	8
5.1.2 Usos del garbanzo en productos alimenticios.....	9
5.1.2.1 Elaboración de pastas.....	9
5.1.2.2 Uso en panadería	9
5.1.2.3 Elaboración de bebidas.....	9
5.1.3 Determinación de la calidad comercial del garbanzo.....	10
5.1.3.1 Tamaño	10
5.1.3.2 Cochura	10
5.1.4 Composición nutricional del garbanzo en base seca (INCAP 2012).....	11
5.2 Chía.....	12
5.2.1 Propiedades nutricionales.....	12
5.2.2 Usos de la chía en productos alimenticios.....	12
5.2.3 Composición nutricional de la chía	14
5.3 Ácido fólico	15
5.3.1 Generalidades	15
5.3.2 Estructura molecular.....	15
5.3.3 Funciones.....	16
5.3.4 Fuentes de ácido fólico.....	17
5.3.5 Deficiencia de ácido fólico.....	17
5.3.6 Defectos del tubo neural.....	18
5.3.7 Requerimientos de ácido fólico base FAO.....	20
5.3.8 Métodos para determinar ácido fólico.....	21

5.3.8.1	Método de cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC)	21
5.3.8.2	Análisis cromatográfico	21
5.4	Tecnología para la elaboración de harinas para atole	21
5.4.1	Proceso de elaboración de harinas para atoles.....	21
5.5	Atole.....	22
5.5.1	Tipos de atol consumidos en Guatemala	22
5.5.2	Desarrollo de una fórmula de atol por INCAP	22
5.5.3	Contenido de ácido fólico en diferentes bebidas tipo atole base INCAP (2012)	23
5.6	Métodos sensoriales.....	23
5.6.1	Analíticos.....	23
5.6.1.1	Prueba de dúo-trío	24
5.6.1.2	Prueba triangular	24
5.6.2	Afectivos.....	24
5.6.2.1	Prueba de preferencia pareada.....	24
5.6.2.2	Prueba de escala hedónica verbal.....	24
5.6.2.3	Prueba de aceptación	25
5.6.3	Análisis bromatológico.....	25
6.	OBJETIVOS.....	26
6.1	General.....	26
6.2	Específicos	26
7.	HIPÓTESIS	27
8.	RECURSOS	28
8.1	Recursos humanos	28
8.2	Físicos	28
8.3	Institucionales	28
8.4	Económicos.....	28
8.5	Materiales y equipo.....	28
8.5.1	Para elaborar las harinas	28
8.5.2	Para elaborar la bebida tipo atole	29
8.5.3	Para panel piloto	29

8.5.4	Para panel de consumidores	30
9.	MARCO OPERATIVO.....	31
9.1.1	Elaboración de harina de garbanzo	31
9.1.2	Elaboración de harina de chíá	31
9.1.3	Elaboración de la bebida tipo atole.....	32
9.2	Metodología para el análisis sensorial	32
9.2.1	Panel piloto.....	32
9.2.2	Panel de consumidores	33
9.2.3	Boletas	34
9.2.4	Muestras	34
9.3	Metodología para el envío de muestras al laboratorio.....	35
9.4	Formulaciones de la bebida tipo atole	35
10.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
10.1	Resultados obtenidos en panel piloto.....	37
10.2	Resultados obtenidos en panel de consumidores.....	39
10.3	Resultados del análisis químico proximal	41
10.4	Resultados de análisis de ácido fólico	42
10.4.1	Resultados de análisis de ácido fólico en harinas.....	42
10.4.2.	Resultados de análisis de ácido fólico en la bebida tipo atole.....	42
10.4.3.	Cálculo para la determinación de ácido fólico presente en 100 ml de bebida preparada.....	43
11.	CONCLUSIONES.....	45
12.	RECOMENDACIONES	46
13.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
14.	ANEXOS.....	52
15.	APÉNDICES.....	58
16.	GLOSARIO.....	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No.1 Composición nutricional de garbanzo en base seca (INCAP 2012)	11
Tabla No.2 Composición nutricional de la chía.....	14
Tabla No. 3 Requerimientos diarios de ingesta de ácido fólico.....	20
Tabla No. 4 Contenido de ácido fólico en diferentes bebidas tipo atole base INCAP (2012).....	23
Tabla No.5 Identificación de las muestras de la bebida tipo atole elaborada con harina de garbanzo y harina de chía.....	34
Tabla No. 6 Fórmulas a utilizar para la elaboración de la bebida tipo atole.....	36
Tabla No. 7 Valor de f calculada para cada característica organoléptica	37
Tabla No. 8 Resultados de prueba de Tukey	39
Tabla No. 9 Resultados del análisis químico proximal en la bebida tipo atole de garbanzo y chía	41
Tabla No. 10 Resultados de análisis de ácido fólico en harina de garbanzo y chía	42
Tabla No.11 Resultados de análisis de ácido fólico en bebidas tipo atole de garbanzo y chía	42
Tabla No. 12 Cantidad de ácido fólico presente en cada 100 ml de bebida preparada.....	43
Tabla No. 13 Cálculos teóricos de ácido fólico para cada formula, y comparación entre resultados real y teórico.....	44
Tabla No. 14 Resultados de la característica organoléptica color	65
Tabla No. 15 Resultados de la característica organoléptica olor	67
Tabla No. 16 Comparación del factor DMS con la diferencia de medias de los tratamientos	68
Tabla No. 17 Resultados de la característica organoléptica sabor	69
Tabla No. 18 Comparación del factor DMS con la diferencia de medias de los tratamientos	

.....	69
Tabla No. 19 Resultados de la característica organoléptica textura	71
Tabla No. 20 Comparación del factor DMS con la diferencia de medias de los tratamientos	72

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Valores críticos para F (0,05)	52
Anexo 2 Valores de criterios de distribución de Tukey.....	54
Anexo 3 Resultados de análisis químico proximal en la bebida tipo atole de garbanzo y chía	55
Anexo 4 Resultados de análisis de ácido fólico en la harinas de garbanzo y harina de chía	56
Anexo 5 Resultados de análisis de ácido fólico en las tres bebidas tipo atole de garbanzo y chía	57

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice 1 Boleta de panel piloto	58
Apéndice 2 Boleta de panel de consumidores	60
Apéndice 3 Puntuación de Escala Hedónica	61
Apéndice 4 Figura No. 2 Proceso de elaboración de harina de garbanzo	62
Apéndice 5 Figura No. 3 Proceso de elaboración de harina de chía	63
Apéndice 6 Figura No. 4 Proceso de elaboración de la bebida tipo atole	64
Apéndice 7 Tabulación de datos del panel piloto	65

Apéndice 8 Gráficas de resultados obtenidos en panel piloto	74
-------------------------------------------------------------------	----

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica No. 1 Resultados obtenidos del panel de consumidores para la muestra 348	40
Gráfica No. 2 Resultados obtenidos del panel de consumidores para la muestra 225	40
Gráfica No. 3 Comparación de resultados del panel piloto en las tres muestras para la característica organoléptica color	74
Gráfica No. 4 Comparación de resultados del panel piloto en las tres muestras para la característica organoléptica olor	74
Gráfica No. 5 Comparación de resultados del panel piloto en las tres muestras para la característica organoléptica sabor	75
Gráfica No. 6 Comparación de resultados del panel piloto en las tres muestras para la característica organoléptica textura	75

1. RESUMEN

El eje principal de esta investigación fue la determinación de ácido fólico en las tres diferentes formulaciones de la bebida tipo atole a partir de harina de garbanzo y harina de chía. Para ello fue necesario elaborar las harinas por medio del proceso que se describe en la metodología de la presente investigación. Teniéndose las harinas se procedió a la elaboración de tres formulaciones diferentes variando el contenido de chía y garbanzo, las cuales se identificaron con los códigos 225, 348 y 429.

Se realizó un panel piloto, en el Laboratorio de Evaluación Sensorial que se encuentra en planta piloto del CUNSUROC; siendo necesario la participación de dieciséis personas en total.

Las tres formulaciones planteadas se enviaron al Laboratorio Desarrollo de Soluciones Globales –DSG- para la determinación del contenido de ácido fólico presente en cada fórmula, obteniéndose un resultado satisfactorio, debido a que la cantidad de ácido fólico obtenida es mayor a la que se había planteado al inicio de la presente investigación.

Para la tabulación de los datos se utilizó el diseño experimental con bloques al azar , teniéndose diferencia estadística entre las formulaciones presentadas según los panelistas. Debido a esto se procedió a utilizar la prueba de Tukey para determinar cuál de las tres formulaciones planteadas pasaría al panel de consumidores, teniendo los resultados de esta prueba se concluyó que las muestras con código 225 y 348 son las que presentan mejores características organolépticas, por ende no tienen diferencia estadística por lo que ambas fueron evaluadas en el panel de consumidores, determinándose si la bebida es aceptable, para efectuar este panel se necesitó la participación 100 personas, de sexo masculino y femenino al azar del público en general.

Las fórmulas con código 348 y 225, fueron evaluadas en el panel de consumidores, tabulándose los datos se concluyó que la fórmula con código 225 fue la que presentó mayor aceptabilidad para las personas, por lo que se optó por enviar esta muestra al Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, determinándose con ello el Análisis Químico

Proximal, para lo cual se obtuvieron los siguientes resultados como alimento: Extracto Etéreo (E.E.) 0.44 %, Fibra Cruda (F.C.) 0.24 %, Proteínas 1.85 % y Cenizas 0.37 %.

Con respecto a la cantidad de ácido fólico presente en cada formulación por medio del Laboratorio Desarrollo de Soluciones Globales –DSG- se obtuvieron los siguientes resultados de este nutriente: muestra con código 348 contiene 312,01 µg, muestra con código 225 contiene 301,95 µg y la muestra con código 429 contiene 295,85 µg, en las tres muestras se hace referencia por el laboratorio que el dato antes mencionado es por cada 100 gramos de bebida lista para consumir.

Después de realizar los cálculos para determinar la cantidad presente en cada 100 ml de bebida preparada, se acepta la hipótesis debido a que la cantidad que se tiene de ácido fólico en cada 100 ml de bebida preparada, es mayor a lo que se había planteado al inicio de esta investigación, por lo tanto se concluye que la bebida elaborada a partir de harina de garbanzo y harina de chía es muy rica en ácido fólico; por lo que se recomienda su consumo a niños, jóvenes, adultos y en especial a mujeres que planifiquen un embarazo o se encuentren en etapa de gestación, debido a que este nutriente juega un papel muy importante en la etapa del embarazo lo que repercute en el bebé.

2. INTRODUCCIÓN

Se realizó una bebida tipo atole a partir de harina de garbanzo (Cicer arietinum) y harina de chía (Salvia hispánica), teniendo en cuenta las características nutricionales tanto del garbanzo y de la chía, esta bebida es fuente de proteína, hierro, calcio y de ácidos grasos como el omega-3 y en especial ácido fólico, entre otros nutrientes necesarios para el buen desarrollo del organismo.

Cada una de las materias primas posee características nutricionales de alto valor. El garbanzo (Cicer arietinum) es consumido por la mayoría de los guatemaltecos, y solo se consume en dulce, es un producto barato y abundante. Aunque no es muy conocido en harina más que solo en grano, puede conseguirse todo el año, su consumo es por temporada.

La chía (Salvia hispánica) también conocida como chan en el Sur de México y en algunas zonas de Guatemala, es una planta herbácea anual dando su fruto en forma de semillas, las que poseen nutrientes importantes para el ser humano como los ácidos grasos esenciales omega-3 fundamentales para el organismo, ayudan no solo en el desarrollo del mismo sino también para mantener una salud adecuada.

Se sabe que el organismo no es capaz de producir el ácido linoleico (LA), un ácido graso omega-6, y el ácido alfa-linoleico (ALA), un ácido graso omega-3, por lo que deben ingerirse a través de la alimentación.

Se realizó un panel piloto, para determinar cuál de las tres formulaciones elaboradas de la bebida tipo atole tenía mejores características organolépticas, evaluándose: color, olor, sabor y textura. Las bebidas que presentaron mejores características organolépticas fueron las de código 348 y 225, siendo estas la que continuaron la siguiente fase, siendo el panel de consumidores con el objeto de determinar la aceptabilidad de la bebida tipo atole.

Para la determinación de ácido fólico se enviaron las muestras al Laboratorio DSG (Desarrollo de Soluciones Globales), y así determinar cuál de las formulaciones elaboradas de la bebida tipo atole, es fuente en mayor cantidad de ácido fólico, además la muestra con código 225 se envió al Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para realizar el análisis químico

proximal, debido a que esta bebida fue la que presento mayor aceptabilidad en el panel de consumidores.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social -MSPAS-, Guatemala es uno de los países de Latinoamérica con las tasas más altas de ocurrencia de defectos del tubo neural, teniéndose una incidencia de 2.34 por cada 1000 niños nacidos.

Los defectos del tubo neural se encuentran estrechamente ligados con el ácido fólico, debido a que este nutriente juega un papel importante en el proceso de neurulación¹ embrionaria; investigaciones han demostrado que suministrar ácido fólico a mujeres en edad fértil, puede prevenir en un 50-70% los defectos del tubo neural (DTN).

Lo ideal es tomar el ácido fólico meses antes del embarazo y durante el embarazo. Además, se sugiere que también los hombres que planeen ser padres deberían aumentar su ingesta diaria de ácido fólico, debido a que esto reduce la incidencia de defectos cromosómicos en los espermatozoides.

Por ello según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) recomienda una ingesta en la dieta de 400 µg de ácido fólico diarios para reducir hasta un 70% los defectos del tubo neural en el embrión.

En la alimentación básica de los guatemaltecos existen bebidas artesanales que pueden aportar ácido fólico, según la tabla nutricional del INCAP de las bebidas tipo atoles consumidas solo tres aportan este nutriente tan esencial en el desarrollo de la etapa de gestación, siendo las bebidas de atol de avena o mosh elaborada a partir de hojuelas de avena o avena molida lo que aporta 4 µg de ácido fólico por cada 100 gramos de bebida, la bebida de atol de elote elaborada a partir de elote sazón aporta 11 µg por cada 100 gramos de bebida y por último la bebida de cerevita elaborada a partir de maíz procesado en polvo lo que aporta 20 µg por cada 100 gramos de bebida. Pero también existen otras fuentes que aportan ácido fólico como el garbanzo (Cicer arietinum) que aporta 557 µg de ácido fólico por cada 100

¹ Es un proceso embriológico, que se caracteriza por la formación del tubo neural, que terminará formando el sistema nervioso central, y la formación de la cresta neural.

gramos, y la chía 114 μg por cada 100 gramos ambos tienen este contenido como grano sin procesar. Por lo que se considera que estas dos materias primas pueden formar parte de las bebidas tipo atole consumida por los guatemaltecos y ser otra fuente de ácido fólico.

Si se elabora una bebida tipo atole a partir de harina de garbanzo y harina de chía se considera como otra alternativa más de fuente de ácido fólico por lo que puede ser consumida por la población en general, pero en especial mujeres que planifican un embarazo o se encuentran en etapa fértil.

Conociendo el contenido de ácido fólico en el garbanzo y la chía, además que siendo otra alternativa de bebida tipo atole y fuente de ácido fólico se considera la posibilidad de formular una bebida tipo atole a partir de harina de garbanzo y harina de chía por lo que se plantea la siguiente interrogante:

¿Alguna fórmula de la bebida tipo atole elaborada a partir de harina de garbanzo y harina de chía puede aportar al menos 20 μg de ácido fólico por 100 gr de bebida lista para consumir?

4. JUSTIFICACIÓN

El ácido fólico es esencial, la carencia de este puede producir anemia e importantes malformaciones en el nacimiento, como espina bífida. Este nutriente es indispensable en la dieta y aún más en mujeres que planean o se encuentran en estado de gestación. La ausencia de este puede dar como resultado defectos del tubo neural (DTN). Según la FAO se recomienda una ingesta en la dieta de 400 µg de ácido fólico diarios para prevenir cualquier tipo de malformación en la etapa de gestación durante el embarazo.

Los defectos del tubo neural se encuentran estrechamente ligados con el ácido fólico, debido a que este nutriente juega un papel importante en el proceso de neurulación embrionaria; investigaciones han demostrado que suministrar ácido fólico a mujeres en edad fértil, puede prevenir en un 50-70% los DTN, y aun mejor antes del embarazo.

Según el Ministerio de Salud, Guatemala es uno de los países de Latinoamérica con las tasas más altas de ocurrencia de defectos del tubo neural, teniéndose una incidencia de 2,34 por cada 1.000 niños nacidos.

Es por lo cual se optó por el desarrollo de una bebida tipo atole elaborada a partir de harina de garbanzo (Cicer arietinum) y harina de chía, que pueda aportar ácido fólico, además que sea accesible y pueda ser consumida por las personas de cualquier edad.

Debido a que el garbanzo, aporta ácido fólico 557 µg, por cada 100g, y la chía o chan aporta 114 µg de ácido fólico. Por lo que se considera que esta bebida será fuente de este nutriente esencial para el ser humano.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 Garbanzo

El garbanzo o chícharo (Cicer arietinum) es una leguminosa de la familia de las fabáceas. Se trata de una planta herbácea, de aproximadamente 50 cm de altura, con flores blancas que desarrollan una vaina en cuyo interior se encontrarán 2 o 3 semillas como máximo. Su periodicidad es anual. El garbanzo es una legumbre con importantes cualidades culinarias y nutritivas (Los alimentos, s.f.).

5.1.1 Propiedades nutricionales

Es una gran fuente de carbohidratos y proteínas, tanto que representan alrededor del 80% del peso seco total del grano. Por su alto contenido en vitaminas, proteínas y minerales, es una legumbre muy energética, nutritiva y equilibrada que, además, posee propiedades medicinales. El contenido de proteína en el garbanzo varía significativamente cuando se considera la masa total del grano seco (17-22) % y cuando es descascarado incrementa (25,3-28,9) %. El contenido total de lípidos en el garbanzo comprende principalmente ácidos grasos poli-insaturados (62-67) %, ácidos grasos mono-insaturados (19-26) % y grasas saturadas (12-14) %. Además, contiene vitaminas hidrosolubles y liposolubles, del grupo del complejo B destacan la Riboflavina (vitamina B₂) que se encuentra en pequeñas cantidades, esta se activa después de ser absorbida en el intestino delgado; la niacina (vitamina B₃) se asocia con el contenido de proteínas, el folato también conocido como ácido fólico que puede llegar hasta 557 µg, vitamina C 4 mg, además contiene 13,7 mg de vitamina E, tomándose como base 100 g (Boletinagrario, s.f.).

Aporta micronutrientes como: calcio (40-267) mg, potasio (220-333) mg, fósforo (159-930) mg, etc., tomándose como base 100 gramos. Es rico en proteínas, en almidón y en lípidos (más que las otras legumbres) sobre todo de ácido oleico y linoleico, que son insaturados y carentes de colesterol. Del mismo modo el garbanzo es un buen aporte de fibra y calorías. Las vitaminas de los garbanzos son variadas, si bien las muy abundantes son las del grupo B (Boletinagrario, s.f.).

El ácido fólico o vitamina B9 de los garbanzos, hace de este un alimento muy recomendable para su consumo en etapas de embarazo o de lactancia. Este alimento también puede ayudar a combatir los efectos perjudiciales de ciertos medicamentos que absorben la vitamina B9 y puede ayudar a personas alcohólicas o fumadores, pues estos hábitos, ocasionan una mala absorción del ácido fólico (Boletín Agrario, s.f.).

5.1.2 Usos del garbanzo en productos alimenticios

El uso del garbanzo dentro de productos alimenticios es; espesante para caldos, sopas, salsas y cremas se utiliza una harina o almidón, dependiendo de la textura que se desea conseguir. Con la harina de garbanzo se puede espesar igualmente todo tipo de líquidos simplemente mezclándola aparte con un poco de agua y añadiéndola a la preparación mientras se cuece (Asimbaya, 2011).

5.1.2.1 Elaboración de pastas

Puede usarse para hacer pasta, aunque la harina de garbanzo no tenga la elasticidad de otras harinas, especialmente las que contienen gluten, se puede utilizar para hacer pasta, sustituyendo una parte de la harina que se esté usando por harina de garbanzo o utilizando ésta exclusivamente (Asimbaya, 2011).

5.1.2.2 Uso en panadería

El garbanzo puede utilizarse en el área de panadería (utilizado para pan) y repostería (pasteles o postres), para hacer tortillas (Asimbaya, 2011).

5.1.2.3 Elaboración de bebidas

También se le puede dar el uso para bebida, conocida como Chicha de garbanzo, el grano se seca, se muele y luego se remoja en agua, puede adicionarse alguna fruta para darle sabor, dejarlo unos días en reposo para su fermentación y al término de unos días puede ser consumido (Asimbaya, 2011).

5.1.3 Determinación de la calidad comercial del garbanzo

5.1.3.1 Tamaño: se determina mediante el número de granos por onza (28,7 gramos). Para hacerlo se pesa una onza de garbanzos. Una vez contados los granos se obtiene el resultado buscado y se clasifica la partida en primera, si tiene de 36 a 41 granos; segunda de 42 a 47; tercera de 48 a 51; cuarta de 52 a 59; quinta de 60 a 65 y sexta de 66 a 70 granos (Govantes y Montañes, s.f.).

5.1.3.2 Cochura: el método de determinarla está mucho menos definido que el del tamaño. Para ello se ponen a cocer un número determinado de garbanzos, de los que se determina su dureza, clasificándolos en cuatro categorías:

- Duros: los que saltan sin romperse
- Granado grueso: los que se parten en dos o tres pedazos grandes.
- Granado fino: los que se parten en varios pedazos.
- Tiernos: los que se deshacen en una masa homogénea.

Estas categorías son meramente orientativas, dado que el número de variables que intervienen en el análisis (distintos tipos de agua, diferente tiempo de cocción, iniciación de la prueba con el agua hirviendo o fría, etc.), hacen que estos resultados no se puedan considerar uniformes (Govantes y Montañes, s.f.).

5.1.4 Composición nutricional del garbanzo en base seca (INCAP 2012)

Tabla No.1

Nutriente	Cantidad
Agua	11.43 %
Energía	364 Kcal
Proteína	19.30 g
Grasa total	6.04 g
Carbohidratos	60.65 g
Fibra dietética total	17.40 g
Ceniza	2.48 g
Calcio	105 mg
Fosforo	366 mg
Hierro	6.24 mg
Tiamina	0.48 mg
Riboflavina	0.21g
Niacina	1.54 mg
Vitamina C	4 mg
Vitamina A equivalente a retinol	3 µg
Ácidos grasos mono-insaturados	1.36 g
Ácidos grasos poli-insaturados	2.69 g
Ácidos grasos saturados	0.63 g
Colesterol	0 mg
Potasio	875 mg
Sodio	24 mg
Zinc	3.43 mg
Magnesio	115 mg
Vitamina B6	0.54 mg
Vitamina B12	0.00 µg
Folato equivalente FD (ácido fólico)	557 µg
Fracción comestible	1.00 %

Fuente: INCAP. (2012). Recuperado el 15 de octubre de 2016.

5.2 Chía

La chía, *Salvia hispánica* L., es una especie que pertenece a la familia de aromáticas como la menta, el tomillo, el romero y el orégano.

Su planta tiene una altura entre 1,0 y 1,5 metros, y sus tallos son ramificados, de sección cuadrangular con pubescencias cortas y blancas. Las hojas opuestas con bordes aserrados miden de 80 a 100 cm de longitud, y 40 a 60 mm de ancho. Sus flores de color azul intenso o blancas se producen en espigas terminales, (Martínez, 1959). Las semillas son ovales, suaves, brillantes y miden entre 1,5 y 2,0 mm de longitud. Según la variedad, su color puede ser blanco o negro grisáceo con manchas irregulares que tienden a un color rojo oscuro (Jaramillo Y, 2013).

5.2.1 Propiedades nutricionales

Son ricas en ácidos grasos esenciales Omega-3 y Omega-6, destacando sobretodo su alto de los nutrientes antes mencionados. (Botanical-Online, s.f.).

Destacan por su alto contenido en fibra soluble, de forma que son ideales no solo para personas que padezcan de estreñimiento, sino que a su vez tengan diabetes, al ayudar a regular los niveles de azúcar en la sangre. (Botanical-Online, s.f.).

En lo que se refiere a su contenido tanto en vitaminas como en minerales, destacan, sobre todo:

- Vitaminas: son ricas en vitaminas del grupo B, las cuales son esenciales para mantener la buena salud de la piel, de los tejidos y del sistema nervioso, y en vitamina A, fundamental para la salud de los ojos. Contienen ácido fólico, por cada 100 gramos aportan 114 µg

Minerales: son ricas en potasio y calcio, minerales indispensables para mantener la buena salud de los huesos y dientes (Botanical-Online, s.f.).

5.2.2 Usos de la chía en productos alimenticios

La semilla de chía es utilizada en:

- a. Bebidas mezcladas con jugos o agua, actúa como un espesante y/o emulsificante.
- b. La fibra que contiene ayuda a captar agua (confiriéndole su capacidad espesante y además capta moléculas orgánicas de grasa, lo que le permite poder ligar la parte

acuosa y oleosa de una solución, dando lugar a la generación de una emulsión estabilizando en forma de suspensión

c. La semilla de Chía se podría utilizar en cocina para la preparación de mermeladas, jaleas, cereales fríos o calientes, yogures, mostaza, mayonesa, entre muchas otras aplicaciones (Flores, 2014).

5.2.3 Composición Nutricional de la Chía

Tabla No.2

Nutriente	Cantidad
Agua	11.43 %
Energía	486 Kcal
Proteína	16.54 g
Grasa total	30.74 g
Carbohidratos	42.12 g
Fibra	34.4 g
Vitamina B1	0.6 mg
Vitamina B2	0.17 mg
Vitamina B3	8.3 mg
Vitamina B5	0.94 mg
Ácido fólico (folato)	114 µg
Riboflavina	0.21g
Niacina	1.54 mg
Vitamina C	4 mg
Vitamina A equivalente a retinol	54 UI
Ácidos grasos mono-insaturados	2.3 g
Ácidos grasos poli-insaturados	23.67 g
Ácidos grasos saturados	3.3 g
Potasio	407 mg
Sodio	16 mg
Calcio	631 mg
Magnesio	335 mg
Fósforo	860 mg
Cobre	1.66 mg
Manganeso	1.36 mg

Fuente: Botanical-online. (s.f.). Recuperado el 05 de septiembre de 2016.

5.3 Ácido fólico

5.3.1 Generalidades

Descubierta en los años 40, el ácido fólico es considerado como una vitamina hidrosoluble que pertenece al complejo B. También se lo conoce como folacina o folatos cuya etimología proviene del latín 'folium' que significa hoja (Licata, s.f.)

Anteriormente conocido como vitamina B9, este compuesto es importante para la correcta formación de las células sanguíneas, es componente de algunas enzimas necesarias para la formación de glóbulos rojos y su presencia mantiene sana la piel y previene la anemia. Su presencia está muy relacionada con la de la vitamina B12. El ácido fólico es un tipo de vitamina B. Es la forma artificial (sintética) del folato que se encuentra en suplementos y se le agrega a los alimentos fortificados (Licata, s.f.).

Folato es un término genérico para el folato que se encuentra de manera natural en los alimentos y el ácido fólico. El ácido fólico es hidrosoluble. Las cantidades sobrantes de la vitamina salen del cuerpo a través de la orina. Eso quiere decir que el cuerpo no almacena el ácido fólico y usted necesita un suministro regular de dicha vitamina en los alimentos que consume (Licata, s.f.).

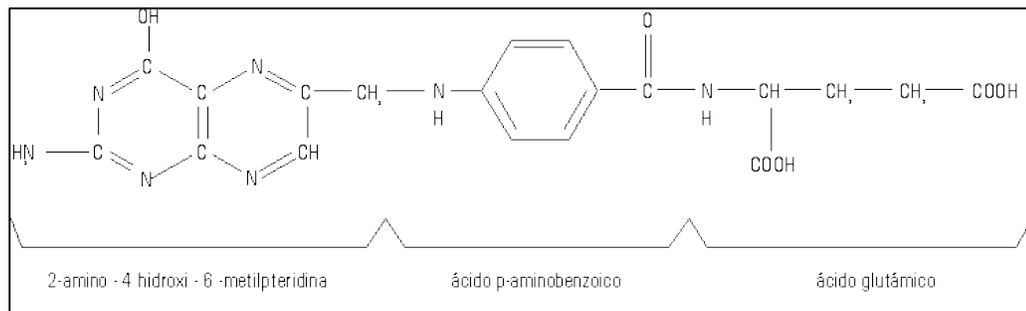
5.3.2 Estructura molecular

En la estructura química del ácido fólico están involucradas la 2 amino-4 hidroxil-6 metil-pteridina, el ácido p'aminobenzoico y el ácido glutámico (Pita, s.f.).

La forma coenzimática es el ácido tetrahidrofólico (FH₄), que actúa como transportador intermediario de fragmentos de un átomo de carbono como grupos hidroxilo, formilo, metilo y formimio (Pita, s.f.).

Los folatos metabólicamente activos son poliglutamatos. La glutamilación permite la acumulación intracelular porque no son capaces de atravesar las membranas celulares y facilitar las reacciones intermedias entre los sitios catalíticos en complejos multienzimáticos y en enzimas multifuncionales (Pita, s.f.).

Fig. 1. Estructura química del ácido fólico.



Fuente: Pita, G. (s.f.). Recuperado el 10 de enero de 2017.

5.3.3 Funciones

Esta vitamina es fundamental para llevar a cabo todas las funciones de nuestro organismo. Su gran importancia radica en que el ácido fólico es esencial a nivel celular para sintetizar ADN (ácido desoxirribonucleico), que transmite los caracteres genéticos, y para sintetizar también ARN (ácido ribonucleico), necesario para formar las proteínas y tejidos del cuerpo y otros procesos celulares. Por lo tanto la presencia de ácido fólico en nuestro organismo es indispensable para la correcta división y duplicación celular. (Licata, s.f.).

Los folatos funcionan en conjunto con la vitamina B12 y la vitamina C en la utilización de las proteínas. Es importante señalar que el ácido fólico es básico para la formación del grupo hemo (parte de la hemoglobina que contiene el hierro), por eso está relacionado con la formación de glóbulos rojos (Licata, s.f.).

El ácido fólico también brinda beneficios al aparato cardiovascular, al sistema nervioso, y a la formación neurológica fetal entre otros. Dada su gran importancia para el ser humano, muchos de los alimentos que hoy consumimos llevan ácido fólico adicionado (Licata, s.f.).

- Actúa como coenzima en el proceso de transferencia de grupos monocarbonados,
- Interviene en la síntesis de purinas y pirimidinas, por ello participa en el metabolismo del ADN, ARN y proteínas.

- Es necesario para la formación de las células sanguíneas, más concretamente de glóbulos rojos.
- Reduce el riesgo de aparición de defectos del tubo neural del feto como lo son la espina bífida y la anencefalia.
- Disminuye la ocurrencia de enfermedades cardiovasculares.
- Previene algunos tipos de cáncer.
- Ayuda a aumentar el apetito.
- Estimula la formación de ácidos digestivos (Licata, s.f.).

5.3.4 Fuentes de ácido fólico

- **Fuentes de origen animal:** se encuentra presente en niveles muy bajos en el reino animal. Se encuentra en el hígado de ternera y pollo, en la leche y sus derivados.
- **Fuentes de origen vegetal:** el reino vegetal es rico en esta vitamina. Las mayores concentraciones se encuentra en: legumbres (lentejas, habas soja), cereales integrales y sus derivados, vegetales de hoja verde (espinacas, coles, lechugas, espárragos), el germen de trigo, y las frutas (melón, bananas, plátanos, naranjas y aguacate o palta entre otros.)
- **Suplementos:** los comprimidos de ácido fólico deben tomarse siempre bajo supervisión médica y en situaciones donde el medico lo indique (Licata, s.f.).

5.3.5 Deficiencia de ácido fólico

La deficiencia de ácido fólico se puede manifestar a través de los siguientes síntomas:

- anemia megaloblástica (los glóbulos rojos inmaduros tienen un tamaño más grande que lo normal).
- bajo peso, falta de apetito.
- debilidad, palidez, fatiga.
- náuseas.
- diarreas.
- mal humor, depresión.
- inflamación y llagas linguales, úlceras bucales.

- taquicardias.
- retraso del crecimiento.
- cabello cano (canas). (Licata, s.f.)

5.3.6 Defectos del tubo neural

Los defectos del tubo neural son defectos congénitos del cerebro, la columna vertebral y la médula espinal. Se producen en el primer mes de embarazo, muchas veces antes que la mujer sepa que está embarazada. Los dos defectos más comunes que se dan en la etapa de gestación son la espina bífida y la anencefalia. En la espina bífida, la columna vertebral del feto no llega a cerrarse del todo. Suele haber un daño a los nervios que causa parálisis leve en las piernas. En la anencefalia, gran parte del cerebro y cráneo no se desarrolla. Generalmente, los bebés con anencefalia nacen sin vida o mueren poco tiempo después de nacer (MedlinePlus, 2016).

En general, los defectos del tubo neural se diagnostican antes de que el niño nazca a través de exámenes de laboratorio. No existe una cura para estas condiciones. El daño a los nervios y la pérdida de las funciones, muchas veces son permanentes. Sin embargo, una variedad de tratamientos puede, a veces, prevenir daños futuros y ayudar con las complicaciones. Tomar suficiente ácido fólico, un tipo de vitamina B, antes y durante el embarazo, previene la mayoría de los defectos del tubo neural (MedlinePlus, 2016).

Según el Ensayo Clínico Multicéntrico Aleatorizado del United Kingdom Medical Research Council¹¹. “Después de estudiar a 1.195 embarazos, se encontró que el suplemento con 4 mg al día de ácido fólico por sí solo reduce la recurrencia de los defectos del tubo neural en un 72%”.

Durante el embarazo las necesidades maternas de folatos aumentan, dada la importancia de la síntesis de ácidos nucleicos y proteínas durante la embriogénesis, así como la gran velocidad de crecimiento y desarrollo fetal durante los primeros meses de la gestación (Medifam, 2013).

Según la Organización Panamericana de la Salud “Los folatos tienen dos efectos fisiológicos principales: son cofactores de las enzimas que sintetizan ADN y ARN, y se requieren para la conversión de la homocisteína en metionina [29]. Durante las primeras etapas de desarrollo fetal, la síntesis de ácidos nucleicos y proteínas está en su apogeo, y por consiguiente los requisitos de folatos de la madre aumentan rápidamente en ese período. Cuando el folato resulta insuficiente, la producción de ácidos nucleicos se inhibe y las células no logran fabricar suficiente ADN para la mitosis. Además, la inhibición del ciclo de metilación se traduce en incapacidad para metilar proteínas, lípidos y mielina”.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO- establece una dosis de ácido fólico según la edad, haciéndose referencia en la **Tabla No.3 Requerimientos de ácido fólico**, del consumo mínimo de ácido fólico que se debe de tener en hombres, niños y para mujeres que planifiquen un embarazo o se encuentren en etapa de gestación. Esencialmente en mujeres para prevenir cualquier tipo de defecto del tubo neural, durante la etapa de gestación.

5.3.7 Requerimientos de ácido fólico base FAO

Tabla No. 3

Grupo de edad	ácido fólico (folato) µg
Lactantes	
0-6 meses	65
7-12 meses	80
Niños (años)	
1-3	150
4-8	200
Hombres	
9-13	300
14-18	400
19-30	400
31-50	400
51-70	400
Mujeres	
9-13	300
14-18	400
19-30	400
31-50	400
51-70	400
Embarazo	
≤18	600
19-30	600
31-50	600
Lactancia	
≤18	500
19-30	500
31-50	500

Fuente: FAO. (s.f.). Recuperado el 07 de septiembre de 2016.

5.3.8 Métodos para determinar ácido fólico

5.3.8.1 Método de cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC)

La Cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC) es una de las metodologías más utilizadas para la determinación de ácido fólico, siendo fiable y rápida ya que permite analizar varios tipos de folatos. Por otra parte, aunque facilita la detección de diferentes moléculas, no es capaz de señalar adecuadamente las que son eficaces, lo que no permite conocer con precisión su biodisponibilidad. Además, la determinación requiere un esfuerzo importante de calibración, ya que hay que conocer todas las moléculas con acción vitamínica (Vega y Ramón, 2007).

5.3.8.2 Análisis cromatográfico

Las muestras se analiza por HPLC en fase reversa en un cromatógrafo líquido Agilent 1100 con bomba cuaternaria, columna Agilent Zorbax Eclipse XDB C8 (150 mm * 4.6 mm * 0.5 μ m) a temperatura ambiente (18°C); la fase móvil utilizada es Acetonitrilo: Buffer Acetato pH 3.5 en una relación 10:90 hasta 24:76 en 9 minutos, con un flujo de 0.5 mL/min.; se utilizó también un detector UV con arreglo de diodos y se cuantifica el compuesto de interés a 290 nm. Las extracciones se llevan a cabo por triplicado para evaluar la precisión del método (Vega y Ramón, 2007).

5.4 Tecnología para la elaboración de harinas para atole

5.4.1 Proceso de elaboración de harinas para atoles

Sin especificar ningún alimento, la preparación de alguna harina para hacer atoles, llevan el mismo proceso, solo algunos alimentos difieren, pero dependerá del contenido del agua. Si se está utilizando materia prima seca, es decir como granos secos u otros el procedimiento es el siguiente:

Recepción de la materia prima, eliminando sustancias extrañas, se realiza un lavado rápido y se elimina el agua que se encuentra en exceso, se pasa a tostar puede ser industrial o artesanal se deben de controlar temperaturas, para luego pasar a moler y así obtener harina y de ser necesario cernir para eliminar grumos indeseados y por último ya está lista para preparar como atol.

Pero si se está usando materia prima con elevado contenido de humedad como verduras o frutas, el procedimiento es similar al antes explicado con la diferencia que después del lavado, se pasa a la etapa de secado, para reducir el contenido de humedad y luego se sigue el proceso general (FAO, s.f.).

5.5 Atole

El atole, conocido también como atol en algunas regiones; es una bebida de origen prehispánico consumida principalmente en Costa Rica, México, Guatemala, Honduras, El Salvador y otros países de Centroamérica. En su forma original es una cocción dulce de maíz en agua, en proporciones tales que al final de la cocción tenga una moderada viscosidad y que se sirve lo más caliente posible. Es muy común que la bebida sea condimentada con especias aromáticas y otros saborizantes, para aumentar su degustabilidad. Tradicionalmente se endulza con piloncillo, azúcar o miel. También suele prepararse con leche en lugar de agua (Lexicoon, s.f.).

5.5.1 Tipos de atol consumidos en Guatemala

- Atol de maíz
- Atol de arroz con chocolate
- Atol de arroz con leche
- Atol de haba
- Atol de avena
- Atol de maicillo
- Atol de plátano
- Atol pinole
- Atol de maicena saborizado

5.5.2 Desarrollo de una fórmula de atol por INCAP

Según Incaparina, s.f., “El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), en los años setentas, desarrolló la Incaparina en Guatemala. Consiste en la mezcla de un cereal (como fuente calórica) y una leguminosa (como fuente proteica) en las cantidades apropiadas para obtener un adecuado balance de aminoácidos

esenciales y por consiguiente una proteína de óptima calidad. Esta mezcla es elaborada a base de harina de maíz y harina de soya. Además, esta reforzada con una mezcla de micro- nutrientes científicamente desarrollados con las principales vitaminas y minerales. Su valor calórico, proteico y de micro nutrientes hace a la INCAPARINA un alimento nutricionalmente completo”.

5.5.3 Contenido de ácido fólico en diferentes bebidas tipo atole base INCAP (2012)

Tabla No. 4

Tipo de atol	Contenido de ácido fólico (µg) por cada 100 gramos
Atol blanco o de ceniza (Guatemala)	--
Atol cacahuete	--
Atol chilate	--
Atol de arroz con leche (Guatemala)	--
Atol de avena /mosh (Guatemala)	4
Atol de elote (Guatemala)	11
Atol de maíz , polvo (cerevita)	20
Atol de plátano (Guatemala)	---
Atol shuco	--
Atol tres cocimientos (Guatemala)	--

Fuente: INCAP (2012). Recuperado el 15 de octubre de 2016.

5.6 Métodos sensoriales

5.6.1 Analíticos

Son aquellos que tienen por objeto establecer si entre dos o más muestras existe o no diferencia, en alguna característica o teniéndolas en cuenta toda conjuntamente. Las distintas pruebas que se pueden realizar son:

5.6.1.1 Prueba de dúo-trío

Para esta prueba se presenta a los panelistas tres muestras simultáneas, de las cuales una de ellas está marcada como muestra de referencia con la letra “R” y dos muestras codificadas (Hernández, 2005).

5.6.1.2 Prueba triangular

Esta prueba consiste en presentar a los panelistas simultáneamente tres muestras codificadas, de las cuales dos son iguales y una diferente. El panelista debe identificar la muestra diferente (Hernández, 2005).

5.6.2 Afectivos

5.6.2.1 Prueba de preferencia pareada

En esta prueba se le presenta al panelista dos muestras codificadas y se le pide que cual de las dos muestras prefiera (Hernández, 2005).

5.6.2.2 Prueba de escala hedónica verbal

Pueden ser de cinco a once puntos variando desde el máximo nivel de gusto al máximo nivel de disgusto y cuenta con un valor medio neutro, a fin de facilitar al juez la localización de un punto de indiferencia. Para realizar la prueba pueden presentarse una o varias muestras para que sean evaluadas por separadas según la naturaleza del estímulo, no obstante, se ha comprobado que el juez tiende a hacer comparaciones entre las muestras y sus respuestas están condicionado a ello, de ahí que si desea tener un criterio de aceptación totalmente independiente para cada muestra analizada, deba presentarse cada una en sesiones de evaluación diferentes (Hernández, 2005).

Para analizar los datos obtenidos mediante esta prueba, se realiza una conversión de la escala verbal en numérica, esto es, se le asignan valores consecutivos a cada descripción, dichos valores pueden procesarse posteriormente a través del análisis estadístico, o simplemente llegar a una conclusión de la aceptación de los productos mediante el valor obtenido al calcular la media aritmética de la respuesta

de los jueces para cada muestra y hacerlo coincidir con el término que corresponde con la descripción verbal. (Hernández, 2005).

5.6.2.3 Prueba de aceptación

Permite medir además del grado de preferencia, la actitud del panelista o catador hacia un producto alimenticio. (Hernández, 2005).

5.6.3 Análisis bromatológico

El análisis bromatológico determina la calidad de los alimentos por los componentes nutricionales que forman parte de la dieta alimenticia tales como:

- Proteína en Mikrokjedhal y Macrokjedhal
- Cenizas
- Fibra cruda
- Extracto etéreo
- Carbohidratos
- Humedad
- Calcio
- Magnesio
- Fósforo
- Potasio
- Micro elementos: Hierro, Cobre, Manganeso y Zinc Pared Celular o Fibra Neutro detergente Fibra Acido detergente (Laboratorio de Química Agrícola, s.f.)

6. OBJETIVOS

6.1 General

- 6.1.1 Determinar la concentración de ácido fólico biodisponible en la formulación de una bebida tipo atole elaborada a partir de las harinas de garbanzo (Cicer arietinum) y chía (Salvia hispánica).

6.2 Específicos

- 6.2.1 Determinar la cantidad de ácido fólico presente en la materia prima a utilizar, siendo harina de garbanzo y harina de chía.
- 6.2.2 Cuantificar mediante análisis químico, la cantidad presente de ácido fólico en tres formulaciones de la bebida tipo atole.
- 6.2.3 Cuantificar por medio de un análisis químico proximal los nutrientes como proteínas, carbohidratos, grasas y fibra que posee la bebida tipo atole en base seca.
- 6.2.4 Identificar la formulación que presente las mejores características sensoriales de la bebida tipo atole por medio de un panel piloto de evaluación sensorial.
- 6.2.5 Evaluar la aceptabilidad de la bebida tipo atole, por medio de un panel de consumidores.

7. HIPÓTESIS

Ninguna de las fórmulas de la bebida tipo atole elaborada a partir de harina de garbanzo y harina de chía puede aportar al menos 20 μg de ácido fólico por 100 grs de bebida lista para consumir.

8. RECURSOS

8.1 Recursos humanos

- Asesor principal; Dr. Sammy Alexis Ramírez Juárez
Asesor adjunto: Ing. Aldo Antonio De León Fernández.
- Panel piloto: estudiantes de la carrera de Ingeniería en Alimentos, que tienen aprobado el curso de Evaluación Sensorial, egresados y docentes.
- Panel de consumidores

8.2 Físicos

- Biblioteca del Centro Universitario de SurOccidente.
- Laboratorio de Evaluación Sensorial de la carrera de Ingeniería en Alimentos del Centro Universitario de SurOccidente

8.3 Institucionales

- Centro Universitario de SurOccidente, CUNSUROC, Mazatenango Suchitepéquez
- Universidad de San Carlos de Guatemala
- Laboratorio Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la USAC.
- Laboratorio DSG (Desarrollo de Soluciones Globales)

8.4 Económicos

- Los gastos durante esta investigación fueron sufragados por la estudiante tesista.

8.5 Materiales y equipo

8.5.1 Para elaborar las harinas

- Bandeja de aluminio (para el tostado de granos de garbanzo y de la chíá)
- Balanza analítica
- Termómetro

- Molino de discos
- Licuadora
- Estufa
- Recipientes plásticos
- Tamizador
- Bolsas de polietileno para almacenar las harinas

8.5.2 Para elaborar la bebida tipo atole

- Harina de garbanzo
- Harina de chía
- Balanza analítica
- Termómetro
- Estufa
- Agua purificada
- Ollas
- Paletas
- Recipientes plásticos
- Azúcar
- Sal
- Canela

8.5.3 Para panel piloto

- Bebida tipo atole
- Boletas para panel piloto
- Panelistas (estudiantes de la carrera de Ingeniería en Alimentos)
- Servilletas
- Lapiceros
- Agua purificada
- Vasos plásticos

8.5.4 Para panel de consumidores

- Bebida tipo atole seleccionada en panel piloto
- Boleta de test de consumidores
- Lapiceros
- Servilletas
- Vasos desechables (para muestra)

9. MARCO OPERATIVO

9.1.1 Elaboración de harina de garbanzo (*Véase* apéndice 4, pág. 62)

- **Selección de la materia prima:** eliminar materias extrañas que estén presentes en los granos que puedan afectar el proceso.
- **Pesado:** se pesa la cantidad de garbanzo a usar para elaborar la harina, para verificar al final el rendimiento.
- **Lavado:** se realiza manualmente, los granos son lavados con agua clorada en concentraciones de 2.5 ppm, para eliminar microorganismos. (según la FAO en el libro: Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas, capítulo 4: Aspectos higiénicos y sanitarios).
- **Tostado:** se realiza de forma artesanal utilizando un comal, durante un período de 15 minutos, con una temperatura de aproximada de 70 °C.
- **Molido:** se utiliza un molino de discos en donde se hace más fácil la obtención de la harina de garbanzo.
- **Cernido:** la harina obtenida se pasa por un tamiz de 40 mesh, para eliminar grumos y obtener una harina fina.
- **Almacenado:** se conserva en bolsas de polietileno, en un lugar fresco, para evitar el crecimiento de hongos y mohos.

9.1.2 Elaboración de harina de chía (*Véase* apéndice 5, pág. 63)

- **Selección de la materia prima:** se seleccionan los granos de chía y se eliminan materias extrañas que puedan afectar el proceso de la harina.
- **Pesado:** se pesa la cantidad de granos de chía a usar para elaborar la harina.
- **Tostado:** de forma artesanal utilizando un comal, durante un periodo de 5 minutos.
- **Molido:** se utiliza una licuadora para desintegrar los granos de chía, durante un tiempo de 10 minutos.
- **Cernido:** la harina obtenida se pasa por un tamiz de 40 mesh, para tener una harina más fina.

- **Almacenado:** la harina es conservada en bolsas de polietileno, en un lugar fresco.

9.1.3 Elaboración de la bebida tipo atole (*Véase* apéndice 6, pág. 64)

- **Recepción:** se recibe la materia prima que se usa en la elaboración de la bebida tipo atole, siendo harina de garbanzo y harina de chíá.
- **Pesado:** se pesa la cantidad necesaria de cada insumo según la fórmula a utilizar.
- **Mezcla:** se mezcla la harina de garbanzo y harina de chíá, se agrega agua hasta realizar una mezcla homogénea.
- **Cocción:** en un recipiente se agrega agua (*Véase* Formulaciones en la tabla No. 6 pág. 36) y se deja en ebullición a presión atmosférica por 5 minutos con canela, después de este tiempo se agrega la pre-mezcla, se agrega azúcar y la sal, se mezcla bien y se deja por un tiempo de 5 minutos.
- **Envasar:** el envasado se hizo en envases plásticos, en caliente con temperaturas de 70 °C a 80 °C.
- **Almacenado:** debe de ser un lugar adecuado, seco y libre de contaminaciones.

9.2 Metodología para el análisis sensorial

9.2.1 Panel piloto

Se tuvo la participación de estudiantes de la carrera de Ingeniería en Alimentos, que tenían aprobado el curso de Evaluación Sensorial y de docentes de la carrera, siendo un número de dieciséis personas.

Evaluaron cuatro características organolépticas en la bebida tipo atole de garbanzo y chíá, siendo: sabor, olor, color, textura (consistencia). Para tal evaluación se utilizó una boleta específica para este panel (*Véase* apéndice 1, pág. 58), haciéndose uso de la Escala Hedónica en una puntuación de uno a siete.

Para la realización del panel piloto se utilizó el laboratorio de Evaluación sensorial que se encuentra en planta piloto del CUNSUROC, haciéndose las siguientes actividades.

- Se pidió la participación de estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Alimentos que tenían aprobado el curso de Evaluación Sensorial y de algunos docentes de la carrera.
- Se les dio instrucciones a cada panelista las cuales ejecutó, para realizar la evaluación.
- A cada persona se le dio tres muestras de las cuales identificó la que posee mejores características organolépticas, evaluando color, olor, sabor, textura (consistencia).
- Se le dio una boleta y un lapicero, en ésta se especifica cada muestra y la característica organoléptica, luego marcó con una x en donde consideró mejor según su percepción sensorial.
- Para descartar la muestra después de probarla se le dio un vaso desechable y agua pura a temperatura ambiente para enjuagarse la boca después de cada muestra.

9.2.2 Panel de consumidores

De las tres muestras que fueron evaluadas en el panel de piloto, las muestras que presentaron mejores características organolépticas fueron las de código 348 y 225 que fueron las que obtuvieron mayor puntuación y por ende por medio del diseño experimental con bloques al azar (*Véase* apéndice 7, pág. 65) se concluyó que estas poseen mejores características organolépticas para los panelistas y son las que fueron evaluadas en el panel de consumidores, con ello evaluar la aceptabilidad de la misma, se tomaron personas al azar. Para poder determinar el número de personas se utilizó la siguiente fórmula.

$$\frac{z^2 pq}{d^2}$$

En donde

Z = nivel de confianza,

P = probabilidad de éxito, o proporción esperada

Q = probabilidad de fracaso

D = precisión (error máximo admisible en términos de proporción)

Cuando se desconocen datos se pueden tomar los siguientes:

Z= 95% de confianza y el dato utilizado en la fórmula es 1.96

p= por no tener valores se asume 0.5

q= 1-p=1-0.5=0.5

d=0.1

Aplicando la fórmula:

$$\frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.1^2} = 96.04 = 97 \text{ personas para el panel de consumidores}$$

Se le dio una boleta de test de consumidores en la cual marcó con una X en el cuadro de SI (si me gusta) o NO (no me gusta), teniendo los resultados se hizo el conteo de las personas que marcaron SI y de las personas que marcaron NO, en base a esto se realizó la gráfica en un documento de Excel. (Véase página 40)

9.2.3 Boletas

Se usaron dos boletas diferentes, la primera para el panel piloto (Véase apéndice 1, pág. 58) y la segunda para determinar la aceptabilidad en el panel de consumidores (Véase apéndice 2, pág. 60).

9.2.4 Muestras

Se prepararon tres muestras diferentes, siendo codificadas con tres dígitos cada una. Para la evaluación en el panel piloto se usaron recipientes plásticos pequeños.

Identificación de las muestras de la bebida tipo atole elaborada con harina de garbanzo y harina de chía

Tabla No.5

Fórmula	1	2	3
Código	225	348	429

Fuente: elaboración propia, 2016

9.3 Metodología para el envío de muestras al laboratorio

Las tres formulaciones de la bebida tipo atole elaboradas a partir de harina de garbanzo y harina de chía se enviaron al Laboratorio DSG (Desarrollo de Soluciones Globales) y una muestra fue enviada al Laboratorio Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La muestra con código 348 que fue la que obtuvo mayor ponderación y por ende se concluyó que es la que posee mejores características organolépticas según resultados del panel piloto se envió al Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para la determinación del análisis químico proximal, que incluye: Agua, Materia Seca Total (M.S.T.), Extracto Etéreo (E.E.), Proteínas, Fibra Cruda (F.C.), Extracto Libre de Nitrógeno (E.L.N.) y Cenizas. La muestra se envió en frasco de vidrio previamente esterilizado.

Para la determinación de ácido fólico se enviaron las muestras al Laboratorio DSG (Desarrollo de Soluciones Globales). Las tres muestras fueron enviadas en frascos de vidrio previamente esterilizados y codificados, además los frascos fueron cubiertos con papel debido a sugerencia del Laboratorio DSG.

9.4 Formulaciones de la bebida tipo atole

Para realizar las tres formulaciones de esta bebida se utilizó el método de prueba y error, en base al contenido de ácido fólico que aporta la harina de garbanzo y la harina de chía, con lo que se estima que esta bebida puede ser fuente de ácido fólico.

Se hace referencia que por cada 100 gramos de garbanzo se aporta 557 μg de ácido fólico y por cada 100 gramos de chía aporta 114 μg de ácido fólico, este último no aporta en gran cantidad este nutriente, pero se utilizó debido a dos factores: al utilizarse solo harina de garbanzo en la elaboración de la bebida no se tenía la consistencia que debe llevar este tipo de bebida, pero cuando se le agrega harina de chía si se obtiene la consistencia que caracteriza este tipo de bebida, debido a que cuando la chía tiene contacto con el agua, forma un mucílago el cual es muy gelatinoso, (Guzmán, 2014).

En las formulaciones realizadas solo varia el contenido de harina de chía y de harina de garbanzo.

Fórmulas utilizadas para la elaboración de la bebida tipo atole

Tabla No. 6

Formulación	225		348		429	
Ingredientes	%	Grs	%	Grs	%	Grs
Harina de garbanzo	9,16	55	8,33	50	7,5	45
Harina de chía	0,33	2	1,16	7	2	12
Agua	85	510	85	510	85	510
Azúcar	5	30	5	30	5	30
Canela	0,33	2	0,33	2	0,33	2
Sal	0,16	1	0,16	1	0,16	1
Total	100	600	100	600	100	600

Nota: cada fórmula rinde para 600 ml de bebida lista para consumir

Fuente: elaboración propia, 2016.

10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

10.1 Resultados obtenidos en panel piloto

En la evaluación sensorial que se realizó en el panel piloto se contó con la participación de dieciséis panelistas, los cuales evaluaron cuatro características organolépticas, siendo: color, olor, sabor y textura (consistencia).

Los resultados obtenidos en el panel (*Véase* apéndice No 7, pág. 65) fueron tabulados por medio del diseño experimental con bloques al azar, para cada característica se obtuvo el valor de f calculada y el valor de f tabulada; en la siguiente tabla se describen los resultados de manera resumida.

Tabla No. 7 Valor de f calculada para cada característica organoléptica

Característica	f calculada	f tabulada	Conclusión
Color	2,135	3,68	No hay diferencia estadística entre los tratamientos
Olor	7,891	3,68	Existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos
Sabor	8,536	3,68	Existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos
Textura	5,583	3,68	Existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos

Fuente: elaboración propia, 2017.

Para la característica organoléptica color no se tiene diferencia estadística entre los tres tratamientos evaluados; siendo la media aritmética de la muestra 225 de 5,625 ponderación que se cataloga en la escala hedónica como “Me gusta moderadamente”, para la muestra 348 es de 6,125 ponderación que se cataloga en la escala hedónica como “Me gusta moderadamente” y para la muestra 429 es de 5,1875 ponderación que se cataloga en la escala hedónica como “Me gusta poco”.

Para la característica organoléptica olor se tiene diferencia estadística significativa entre los tres tratamientos evaluados; siendo la media aritmética de la muestra 225 de 5,8125 ponderación que se cataloga en la escala hedónica como “Me gusta moderadamente”, para la

muestra 348 es de 6,4375 ponderación que se cataloga en la escala hedónica como “Me gusta moderadamente” y para la muestra 429 es de 5,0625 ponderación que se cataloga en la escala hedónica como “Me gusta poco”.

Para la característica organoléptica sabor se tiene diferencia estadística significativa entre los tres tratamientos evaluados; siendo la media aritmética de la muestra 225 de 5,75 ponderación que se cataloga en la escala hedónica como “Me gusta moderadamente”, para la muestra 348 es de 6,0625 ponderación que se cataloga en la escala hedónica como “Me gusta moderadamente” y para la muestra 429 es de 4,25 ponderación que se cataloga en la escala hedónica como “No me gusta, ni me disgusta”.

Para la característica organoléptica textura (consistencia) se tiene diferencia estadística significativa entre los tres tratamientos evaluados; siendo la media aritmética de la muestra 225 de 5,9375 ponderación que se cataloga en la escala hedónica como “Me gusta moderadamente”, para la muestra 348 es de 6,1875 ponderación que se cataloga en la escala hedónica como “Me gusta moderadamente” y para la muestra 429 es de 4,875 ponderación que se cataloga en la escala hedónica como “Me gusta poco”.

Debido que, de las cuatro características organolépticas, tres de ellas se obtuvo diferencia estadística significativa se procedió a utilizar la prueba de Tukey, con ello determinando las muestras que continuarían la siguiente fase siendo, el panel de consumidores (*Véase* apéndice 7, pág. 65). En la siguiente tabla se describen los resultados de manera resumida:

Tabla No. 8 Resultados de prueba de Tukey

Característica	DMS		Diferencia de medias		Conclusión
Color	No se aplicó la prueba de Tukey debido a que f calculada es menor a f tabulada, indicando que no hay diferencia estadística entre los tres tratamientos, solo en esta característica organoléptica.				
Olor	0,7075	0,7435	(Trat. 348) 1,375	(Trat. 225) 0,75	Tratamiento 348 y 225 son iguales, no tienen diferencia estadística.
Sabor	0,9559	1,0045	(Trat. 348) 1,8125	(Trat. 225) 1,50	Tratamiento 348 y 225 son iguales, no tienen diferencia estadística.
Textura	0,8516	0,8950	(348) 1,3125	(Trat. 225) 1,0625	Tratamiento 348 y 225 son iguales, no tienen diferencia estadística.

Fuente: elaboración propia, 2017.

10.2 Resultados obtenidos en panel de consumidores

Luego de obtener los resultados del panel piloto y determinar la muestra que tiene mejores características organolépticas, debido a que sí existió diferencia estadística se procedió a usar la prueba de Tukey, dando resultados que las muestras 348 y 225 estadísticamente son iguales, por ende, ambas fueron evaluadas en el panel de consumidores. Para realizar el panel de consumidores fue necesario la participación de cien personas, de sexo masculino y femenino escogidas al azar, en un rango de edad de 20 a 32 años. A cada persona se le dió una porción de cada muestra y luego de degustarla se le dio la boleta donde marcó SI o No le gustaba la bebida. Los resultados se presentan en las siguientes gráficas, para cada muestra.

Gráfica No. 1 Resultados obtenidos del panel de consumidores para la muestra 348



Fuente: elaboración propia, 2017.

Gráfica No. 2 Resultados obtenidos del panel de consumidores para la muestra 225



Fuente: elaboración propia, 2017.

Según los resultados obtenidos, se indica para la muestra 348 lo siguiente: a sesenta personas les gusta la bebida y a cuarenta personas no les gusta la bebida. Para la muestra 225, se indica lo siguiente: a sesenta y cuatro personas les gusta la bebida y a treinta y seis personas no les gusta la bebida.

En ambas muestras, se obtuvo un porcentaje mayor a 50% confirmando que, si les gustaba la bebida, pero la muestra con código 225 fue la que obtuvo un 64% del 100% por lo que se concluye que esta bebida tiene aún mayor aceptabilidad que la bebida con código 348.

10.3 Resultados del análisis químico proximal

Luego de realizar el panel piloto en el laboratorio de Evaluación Sensorial, se tabularon los datos obtenidos y a través del diseño estadístico se determinó cuál de la o las formulaciones es la que pasaría al panel de consumidores, siendo las muestras 348 y 225.

El análisis químico proximal solo se realizó en una muestra, siendo esta con código 225, no se consideró relevante realizarlo en las dos muestras, debido a que la cantidad de harina de garbanzo y chíá varia en pequeña cantidad, por lo que se concluyó que los resultados no tendrían mayor diferencia en función del contenido de cada nutriente. Además, esta bebida fue la que obtuvo mayor aceptabilidad por el panel de consumidores.

La fórmula seleccionada se envió al Laboratorio de Bromatología de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para realizar el análisis químico proximal (Véase anexo 3, pág. 55).

Según el Laboratorio antes mencionado se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla No. 9 Resultados del análisis químico proximal en la bebida tipo atole de garbanzo y chíá

Muestra	Componente	Base seca	Base como Alimento
Bebida tipo atole de garbanzo y chíá	Agua	88,3 0 %	--
	(M.S.T.)	11,70 %	--
	Extracto Etéreo (E.E.)	3,79 %	0,44 %
	Fibra Cruda (F.C.)	2,02 %	0,24 %
	Proteínas	15,77 %	1,85 %
	Cenizas	3,12 %	0,37 %
	Extracto libre de nitrógeno (E.L.N.)	75,30 %	--

Fuente: Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2017. (Véase anexo 3, pág. 55).

10.4 Resultados de análisis de ácido fólico

10.4.1 Resultados de análisis de ácido fólico en harinas

Para la elaboración de la bebida tipo atole se usó, harina de garbanzo y harina de chía, las cuales se obtuvieron después del proceso mencionado (Véase numeral 9.1.3, pág. 32). Las muestras se enviaron al Laboratorio DSG (Desarrollo de Soluciones Globales).

El objetivo de este análisis fue determinar la cantidad de ácido fólico presente en las harinas y con ello estimar las pérdidas de este nutriente después de la cocción en cada fórmula de la bebida tipo atole. Según el Laboratorio se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla No. 10 Resultados de análisis de ácido fólico en harina de garbanzo y chía

Tipo de harina	Cantidad de ácido fólico $\mu\text{g}/100$ gramos
Harina de garbanzo	423,42
Harina de chía	62,14

Fuente: Laboratorio DSG (Desarrollo de Soluciones Globales), 2017. (Véase anexo 4, pág. 56)

10.4.2 Resultados de análisis de ácido fólico en la bebida tipo atole

Las tres bebidas elaboradas a partir de harina de garbanzo y harina de chía fueron enviadas al Laboratorio DSG para determinar la cantidad de ácido fólico que se encuentra presente en cada bebida, cada fórmula elaborada rinde una porción de 600 ml. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla No. 11 Resultados de análisis de ácido fólico en bebidas tipo atole de garbanzo y chía

Código de la muestra	Cantidad de ácido fólico $\mu\text{g}/100$ gramos de materia seca contenida en 600 gr de bebida preparada
Muestra 225	301,95
Muestra 348	312,01
Muestra 429	295,85

Fuente: Laboratorio DSG (Desarrollo de Soluciones Globales), 2017. (Véase anexo 5, pág. 57)

10.4.3 Cálculo para la determinación de ácido fólico presente en 100 ml de bebida preparada.

Muestra código 225

$$\frac{301,95 \mu\text{g de ácido fólico}}{600 \text{ gr de bebida preparada}} = 0,50325 \mu\text{g de ácido fólico/ gr de bebida preparada}$$

$$\frac{0,5035 \mu\text{g de ácido fólico}}{\text{gr de bebida preparada}} * 100 \text{ gr de bebida} \\ = \mathbf{50,325 \mu\text{g de ácido fólico/100 gr de bebida preparada}}$$

Muestra código 348

$$\frac{312,01 \mu\text{g de ácido fólico}}{600 \text{ gr de bebida preparada}} = 0,5200 \mu\text{g de ácido fólico/ gr de bebida preparada}$$

$$\frac{0,5200 \mu\text{g de ácido fólico}}{\text{gr de bebida preparada}} * 100 \text{ gr de bebida} \\ = \mathbf{52,00 \mu\text{g de ácido fólico/100 gr de bebida preparada}}$$

Muestra código 429

$$\frac{295,85 \mu\text{g de ácido fólico}}{600 \text{ gr de bebida preparada}} = 0,4930 \mu\text{g de ácido fólico/ gr de bebida preparada}$$

$$\frac{0,4930 \mu\text{g de ácido fólico}}{\text{gr de bebida preparada}} * 100 \text{ gr de bebida} \\ = \mathbf{49,30 \mu\text{g de ácido fólico/100 gr de bebida preparada}}$$

Tabla No. 12 Cantidad de ácido fólico presente en cada 100 gr de bebida preparada

Muestra con código	Cantidad de μg de ácido fólico / 100 gr de bebida preparada
225	50,325
348	52,00
429	49,30

Fuente: elaboración propia, 2017.

En la Tabla No. 11 **Resultados de análisis de ácido fólico en bebidas tipo atole de garbanzo y chíá**, se visualizan los resultados obtenidos por parte del laboratorio DSG, lo cual hay diferencia con los resultados que se tenían teóricamente, siendo los siguientes:

Tabla No. 13 Cálculos teóricos de ácido fólico para cada formula, y comparación entre resultados real y teórico

Muestra con código	Cantidad de µg de ácido fólico que aporta según la formula usada		Cantidad total de ácido fólico µg teórico	Cantidad total de ácido fólico real	Diferencia entre teórico y real
	Garbanzo	Chía			
225	232,881	1,2428	234,12	301,95	67,83
348	211,71	4,3498	216,05	312,01	95,96
429	190,539	7,4568	197,99	295,85	97.86

Fuente: elaboración propia, 2017.

Estos cálculos se hicieron a partir de los resultados obtenidos de ácido fólico en la harina de garbanzo y harina de chíá. (Véase tabla No. 10), luego multiplicando por la cantidad presente en cada fórmula. Se procedió a comparar los resultados teóricos y el real, concluyéndose que si hay diferencia en ambos resultados; existe más cantidad del nutriente evaluado de lo que según aporta la fórmula; analizando los resultados se determina que en el proceso pudieron existir varios factores como los siguientes: la balanza utilizada para la medición de cada materia prima en la elaboración de la bebida, no estaba calibrada, por lo que pueda que se pesó más cantidad de harina de garbanzo y harina de chíá de lo que se necesitaba en cada fórmula, haciendo que existiera más cantidad del nutriente en el resultado de laboratorio; también se tomó en cuenta los factores que quizás afectó los resultados de laboratorio; siendo el manejo adecuado del equipo a utilizar para la determinación del nutriente o la cantidad pesada de la bebida para analizar.

11. CONCLUSIONES

- 11.1** Se acepta la hipótesis con respecto a la cantidad de ácido fólico presente en cada bebida, debido a que los resultados presentan un contenido mayor de este nutriente en cada bebida con respecto a lo que se había planteado, obteniéndose las siguientes cantidades: muestra 225; 50,325 μg , muestra 348; 52,00 μg y la muestra 429; 49,30 μg en porción de 100ml.
- 11.2** La cantidad presente de ácido fólico que contiene la harina de garbanzo es de 423,42 μg por cada 100 gramos y la harina de chía contiene 62.14 μg por cada 100 gramos.
- 11.3** La bebida elaborada a partir de harina de garbanzo y harina de chía, no solo es fuente de ácido fólico, sino de nutrientes como: proteínas, cenizas, fibra cruda, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno y materia seca total, siendo importantes para el organismo, según los resultados obtenidos en el análisis químico proximal realizado en la bebida.
- 11.4** La bebida elaborada durante esta investigación fue a partir de garbanzo y chía, lo que comúnmente no es consumido como bebida tipo atol para las personas, pero por medio del panel de consumidores se determinó que la misma es aceptable a pesar de ser un producto a partir de harina de garbanzo y harina de chía.

12. RECOMENDACIONES

- 12.1** Aprovechar los nutrientes; como proteínas, carbohidratos, fibra, cenizas, y en especial el ácido fólico que posee la bebida tipo atole elaborada a partir de harina de garbanzo y harina de chía, por lo que puede ser consumida por personas adultas, jóvenes, niños y mujeres que planifiquen un embarazo o estén en etapa de gestación
- 12.2** Determinar la vida de anaquel que tiene esta bebida tipo atole de garbanzo y chía.
- 12.3** Determinar qué tipo de aditivo conservante alimentario puede ser utilizado en la formulación de esta bebida, debido a que las formulaciones planteadas en esta investigación no tienen ningún tipo de conservante que ayude a prolongar la vida útil de la misma.
- 12.4** Aprovechar la bebida tipo atole como producto, a partir del garbanzo y de la chía, tomándose en cuenta los beneficios que presenta al consumirla, debido a su alto contenido de ácido fólico y otros nutrientes esenciales para el organismo.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

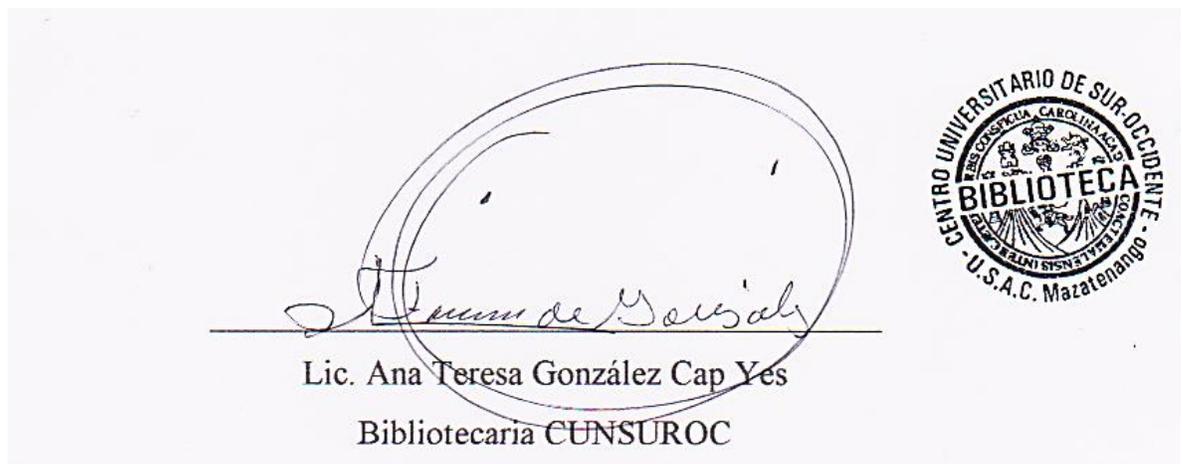
- 13.1** Aguilar, V. y Vélez, J. (s.f.). *Propiedades nutricionales y funcionales del garbanzo (Cicer arietinum L.)*. Recuperado el 06 de septiembre del 2016 de: <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Aguilar-Raymundo-et-al-2013.pdf>
- 13.2** Asimbaya, L. (2011). “*Desarrollo Tecnológico de productos a base de garbanzo.*”. Recuperado el 06 de septiembre del 2016 de <http://lasimbaya.blogspot.com/>
- 13.3** Boletín Agrario. (s.f.) *Garbanzo*. Recuperado el 05 de septiembre del 2016 de: <http://www.boletinagrario.com/ap-6,garbanzo,88.html>
- 13.4** Botanical-Online. (s.f.). *Composición nutricional de las semillas de chía*. Recuperado el 05 de septiembre del 2016 de: http://www.botanical-online.com/semillas_de_chia_composicion.htm
- 13.5** Facultad Regional Mendoza, UTN. (s.f.). *Valores críticos de la distribución f (0,05)*. Recuperado el 12 de octubre de 2017 de: <http://www.mat.uda.cl/hsalinas/cursos/2008/probabilidad/TablaF05.pdf>
- 13.6** FAO. (s.f.). *Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición: capítulo 17, Análisis de vitaminas en alimentos*. Recuperado el 07 de septiembre del 2016 de: <http://www.fao.org/docrep/010/ah833s/ah833s19.htm>
- 13.7** Flores, A. (2014). *Desarrollo de una harina a base de semilla de Amaranto (Amaranthus cruentus), Chía (Salvia hispánica) y Ayote (Curcubita moschata)*. Recuperado el 07 de septiembre del 2016 de: <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/09/15/Flores-Alejandra.pdf>

- 13.8** Gastronomía Vegana. (2013). *Formas de cocinar con harina de garbanzo*. Recuperado el 06 de septiembre del 2016 de:
<http://www.gastronomiavegana.org/ingredientes/10-formas-de-cocinar-con-harina-de-garbanzo/>
- 13.9** Govantes, F. y Montañez, J. (s.f.). *El cultivo del garbanzo*. Recuperado el 06 de septiembre del 2016 de: http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1982_05.pdf
- 13.10** Guzmán, G. (2014). *Extracción y caracterización fisicoquímica del mucílago de la semilla de chan (salvia hispánica l.) para su aplicación como aditivo nutritivo y espesante en la elaboración de una bebida en polvo*. Recuperado el 10 de septiembre del 2016 de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1473_Q.pdf
- 13.11** Hernández, E. (2005). *Evaluación sensorial*. Recuperado el 22 de septiembre de 2016 de: [file:///C:/Users/CASA/Downloads/767925145.4902Evaluacion%20sensorial%20\(3\).PDF](file:///C:/Users/CASA/Downloads/767925145.4902Evaluacion%20sensorial%20(3).PDF)
- 13.12** Incaparina. (s.f.). *Fórmula mejorada de Incaparina*. Recuperado el 15 de octubre de 2016 de: <http://www.incaparina.com/formula.php>
- 13.13** INCAP. (2012). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica*. Recuperado el 15 de octubre de 2016 de: www.incap.int/index.php/es/.../80-tabla-de-composicion-de-alimentos-de-centroamerica
- 13.14** Jaramilló, Y. (2013). *La chía (salvia hispánica L.), una fuente de nutrientes para el desarrollo de alimentos saludables*. Recuperado el 08 de septiembre de 2016 de: http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1043/1/La_chia_salvia_hispanica_L_desarrollo_alimentos_saludables.pdf

- 13.15** Laboratorio de Química Agrícola. (s.f.). *Análisis bromatológico en alimento humano y animal*. Recuperado el 31 de octubre de 2016 de: <http://centa.gob.sv/upload/laboratorios/quimica/ANALISIS%20BROMATOLOGICO%20EN%20ALIMENTO%20HUMANO%20Y%20ANIMAL.pdf>
- 13.16** Lexicoon. (s.f.) *Atole*. Recuperado el 15 de octubre del 2016 de: <http://lexicoon.org/es/atol>
- 13.17** Licata, M. (s.f.). *Ácido fólico o Vitamina B9*. Recuperado el 10 de enero de 2017 de: <http://www.zonadiet.com/nutricion/folico.htm>
- 13.18** Los alimentos. (s.f.). *Garbanzos*. Recuperado el 05 de septiembre del 2016 de: <http://alimentos.org.es/garbanzos>
- 13.19** *Los garbanzos y sus beneficios*. (2014). Recuperado el 05 de septiembre del 2016 de: <https://lpcdedios.wordpress.com/2014/03/06/los-garbanzos-y-sus-beneficios/>
- 13.20** Mauriello, E. (2009). *El ácido fólico en los alimentos*. Recuperado el 07 de septiembre de 2016 de: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnología/2003/06/18/6970.php>
- 13.21** MedlinePlus. (s.f.). *Ácido fólico en la dieta*. Recuperado el 11 de enero de 2017 de: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002408.htm>
- 13.22** MedlinePlus. (2016). *Defectos del tubo neural*. Recuperado el 25 de mayo de 2017 de: <https://medlineplus.gov/spanish/neuraltubedefects.html>

- 13.23** MEDIFAM. (2013). *Ácido fólico y defectos del tubo neural en Atención Primaria*. Recuperado el 25 de mayo de 2017 de: <http://scielo.isciii.es/pdf/medif/v13n4/hablemos.pdf>
- 13.24** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (s.f.). *Necesidades nutricionales*. Recuperado el 07 de septiembre del 2016 de: <http://www.fao.org/docrep/014/am401s/am401s03.pdf>
- 13.25** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (s.f.). *Fichas técnicas: procesados de cereales*. Recuperado el 17 de septiembre del 2016 de: <http://www.fao.org/3/a-au166s.pdf>
- 13.26** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (s.f.). *Aspectos higiénicos y sanitarios*. Recuperado el 20 de octubre del 2016 de: <http://www.fao.org/docrep/006/Y4893S/y4893s07.htm>
- 13.27** Organización Panamericana de la Salud. (2009). *La prevención de los defectos del tubo neural con ácido fólico*. Recuperado el 25 de mayo de 2017 de: <http://new.paho.org/hq/dmdocuments/2009/Prevencion-de-defectos-tubo-neural-con-acido-folico.pdf>
- 13.28** Pita, G. (s.f.). *Ácido fólico y vitamina B₁₂ en la nutrición humana*. Recuperado el 10 de enero de 2017 de: http://bvs.sld.cu/revistas/ali/vol12_2_98/ali07298.htm
- 13.29** Quiroga, A. (2012). *Prueba de Tukey*. Recuperado el 15 de diciembre de 2017 de: https://es.slideshare.net/erikapuerto/prueba-de-tukey?next_slideshow=1
- 13.30** Sitún, M. (2005). *Investigación Agrícola: guía de estudio*. Guatemala. GT.: Escuela Nacional Central de Agricultura. Editorial. ENCA.

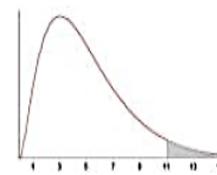
- 13.31** Soporte de Minitab 17. (2016). *¿Qué es ANOVA?*. Recuperado el 30 de octubre de 2016 de: <http://support.minitab.com/es-mx/minitab/17/toplibrary/modeling-statistics/anova/basics/what-is-anova/>
- 13.32** Vega, C. y Ramón, J. (2007). *Determinación por cromatografía Líquida (HPLC) el contenido de ácido fólico y hierro en una bebida láctea fermentada tipo yogurt enriquecida a partir de materias primas naturales*. Recuperado el 31 de octubre de 2016 de : <http://www.redalyc.org/pdf/903/90350204.pdf>
- 13.33** Witting, E. (2001). *Evaluación Sensorial*. Recuperado el 20 de octubre de 2016 de: <https://luisdi.files.wordpress.com/2008/08/evaluacion-sensorial-de-wittig.doc>



14. ANEXOS

Anexo 1

Valores críticos para $F (0,05)$



área a la derecha del valor crítico = 0,05

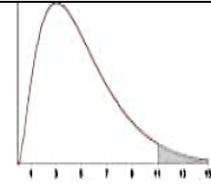
f 0.05

g.d.l.	Grados de libertad del Numerador														g.d.l.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0	236,8	238,9	240,5	241,9	243,0	243,9	244,7	245,4	245,9	1
2	18,513	19,000	19,164	19,247	19,296	19,330	19,353	19,371	19,385	19,396	19,405	19,413	19,419	19,424	19,429	2
3	10,128	9,552	9,277	9,117	9,013	8,941	8,887	8,845	8,812	8,786	8,763	8,745	8,729	8,715	8,703	3
4	7,709	6,944	6,591	6,388	6,256	6,163	6,094	6,041	5,999	5,964	5,936	5,912	5,891	5,873	5,858	4
5	6,608	5,786	5,409	5,192	5,050	4,950	4,876	4,818	4,772	4,735	4,704	4,678	4,655	4,636	4,619	5
6	5,987	5,143	4,757	4,534	4,387	4,284	4,207	4,147	4,099	4,060	4,027	4,000	3,976	3,956	3,938	6
7	5,591	4,737	4,347	4,120	3,972	3,866	3,787	3,726	3,677	3,637	3,603	3,575	3,550	3,529	3,511	7
8	5,318	4,459	4,066	3,838	3,687	3,581	3,500	3,438	3,388	3,347	3,313	3,284	3,259	3,237	3,218	8
9	5,117	4,256	3,863	3,633	3,482	3,374	3,293	3,230	3,179	3,137	3,102	3,073	3,048	3,025	3,006	9
10	4,965	4,103	3,708	3,478	3,326	3,217	3,135	3,072	3,020	2,978	2,943	2,913	2,887	2,865	2,845	10
11	4,844	3,982	3,587	3,357	3,204	3,095	3,012	2,948	2,896	2,854	2,818	2,788	2,761	2,739	2,719	11
12	4,747	3,885	3,490	3,259	3,106	2,996	2,913	2,849	2,796	2,753	2,717	2,687	2,660	2,637	2,617	12
13	4,667	3,806	3,411	3,179	3,025	2,915	2,832	2,767	2,714	2,671	2,635	2,604	2,577	2,554	2,533	13
14	4,600	3,739	3,344	3,112	2,958	2,848	2,764	2,699	2,646	2,602	2,565	2,534	2,507	2,484	2,463	14
15	4,543	3,682	3,287	3,056	2,901	2,790	2,707	2,641	2,588	2,544	2,507	2,475	2,448	2,424	2,403	15
16	4,494	3,634	3,239	3,007	2,852	2,741	2,657	2,591	2,538	2,494	2,456	2,425	2,397	2,373	2,352	16
17	4,451	3,592	3,197	2,965	2,810	2,699	2,614	2,548	2,494	2,450	2,413	2,381	2,353	2,329	2,308	17
18	4,414	3,555	3,160	2,928	2,773	2,661	2,577	2,510	2,456	2,412	2,374	2,342	2,314	2,290	2,269	18
19	4,381	3,522	3,127	2,895	2,740	2,628	2,544	2,477	2,423	2,378	2,340	2,308	2,280	2,256	2,234	19
20	4,351	3,493	3,098	2,866	2,711	2,599	2,514	2,447	2,393	2,348	2,310	2,278	2,250	2,225	2,203	20
21	4,325	3,467	3,072	2,840	2,685	2,573	2,488	2,420	2,366	2,321	2,283	2,250	2,222	2,197	2,176	21
22	4,301	3,443	3,049	2,817	2,661	2,549	2,464	2,397	2,342	2,297	2,259	2,226	2,198	2,173	2,151	22
23	4,279	3,422	3,028	2,796	2,640	2,528	2,442	2,375	2,320	2,275	2,236	2,204	2,175	2,150	2,128	23
24	4,260	3,403	3,009	2,776	2,621	2,508	2,423	2,355	2,300	2,255	2,216	2,183	2,155	2,130	2,108	24
25	4,242	3,385	2,991	2,759	2,603	2,490	2,405	2,337	2,282	2,236	2,198	2,165	2,136	2,111	2,089	25
26	4,225	3,369	2,975	2,743	2,587	2,474	2,388	2,321	2,265	2,220	2,181	2,148	2,119	2,094	2,072	26
27	4,210	3,354	2,960	2,728	2,572	2,459	2,373	2,305	2,250	2,204	2,166	2,132	2,103	2,078	2,056	27
28	4,196	3,340	2,947	2,714	2,558	2,445	2,359	2,291	2,236	2,190	2,151	2,118	2,089	2,064	2,041	28
29	4,183	3,328	2,934	2,701	2,545	2,432	2,346	2,278	2,223	2,177	2,138	2,104	2,075	2,050	2,027	29
30	4,171	3,316	2,922	2,690	2,534	2,421	2,334	2,266	2,211	2,165	2,126	2,092	2,063	2,037	2,015	30
31	4,160	3,305	2,911	2,679	2,523	2,409	2,323	2,255	2,199	2,153	2,114	2,080	2,051	2,026	2,003	31
32	4,149	3,295	2,901	2,668	2,512	2,399	2,313	2,244	2,189	2,142	2,103	2,070	2,040	2,015	1,992	32
33	4,139	3,285	2,892	2,659	2,503	2,389	2,303	2,235	2,179	2,133	2,093	2,060	2,030	2,004	1,982	33
34	4,130	3,276	2,883	2,650	2,494	2,380	2,294	2,225	2,170	2,123	2,084	2,050	2,021	1,995	1,972	34
35	4,121	3,267	2,874	2,641	2,485	2,372	2,285	2,217	2,161	2,114	2,075	2,041	2,012	1,986	1,963	35
40	4,085	3,232	2,839	2,606	2,449	2,336	2,249	2,180	2,124	2,077	2,038	2,003	1,974	1,948	1,924	40
60	4,001	3,150	2,758	2,525	2,368	2,254	2,167	2,097	2,040	1,993	1,952	1,917	1,887	1,860	1,836	60
80	3,960	3,111	2,719	2,486	2,329	2,214	2,126	2,056	1,999	1,951	1,910	1,875	1,845	1,817	1,793	80
90	3,947	3,098	2,706	2,473	2,316	2,201	2,113	2,043	1,986	1,938	1,897	1,861	1,830	1,803	1,779	90
100	3,936	3,087	2,696	2,463	2,305	2,191	2,103	2,032	1,975	1,927	1,886	1,850	1,819	1,792	1,768	100
120	3,920	3,072	2,680	2,447	2,290	2,175	2,087	2,016	1,959	1,910	1,869	1,834	1,803	1,775	1,750	120
inf.	3,841	2,996	2,605	2,372	2,214	2,099	2,010	1,938	1,880	1,831	1,789	1,752	1,720	1,692	1,666	inf.

Distribución F (0,05) - Pág. 1

Fuente: Facultad Regional Mendoza, UTN, (s.f.). Recuperado el 12 de octubre de 2017.

área a la derecha del valor crítico = 0,05



g.d.l	Grados de libertad del Numerador															g.d.l
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	246,5	246,9	247,3	247,7	248,0	248,3	248,6	248,8	249,1	249,3	249,5	249,6	249,8	250,0	250,1	1
2	19,433	19,437	19,440	19,443	19,446	19,448	19,450	19,452	19,454	19,456	19,457	19,459	19,460	19,461	19,462	2
3	8,692	8,683	8,675	8,667	8,660	8,654	8,648	8,643	8,639	8,634	8,630	8,626	8,623	8,620	8,617	3
4	5,844	5,832	5,821	5,811	5,803	5,795	5,787	5,781	5,774	5,769	5,763	5,759	5,754	5,750	5,746	4
5	4,604	4,590	4,579	4,568	4,558	4,549	4,541	4,534	4,527	4,521	4,515	4,510	4,505	4,500	4,496	5
6	3,922	3,908	3,896	3,884	3,874	3,865	3,856	3,849	3,841	3,835	3,829	3,823	3,818	3,813	3,808	6
7	3,494	3,480	3,467	3,455	3,445	3,435	3,426	3,418	3,410	3,404	3,397	3,391	3,386	3,381	3,376	7
8	3,202	3,187	3,173	3,161	3,150	3,140	3,131	3,123	3,115	3,108	3,102	3,095	3,090	3,084	3,079	8
9	2,989	2,974	2,960	2,948	2,936	2,926	2,917	2,908	2,900	2,893	2,886	2,880	2,874	2,869	2,864	9
10	2,828	2,812	2,798	2,785	2,774	2,764	2,754	2,745	2,737	2,730	2,723	2,716	2,710	2,705	2,700	10
11	2,701	2,685	2,671	2,658	2,646	2,636	2,626	2,617	2,609	2,601	2,594	2,588	2,582	2,576	2,570	11
12	2,599	2,583	2,568	2,555	2,544	2,533	2,523	2,514	2,505	2,498	2,491	2,484	2,478	2,472	2,466	12
13	2,515	2,499	2,484	2,471	2,459	2,448	2,438	2,429	2,420	2,412	2,405	2,398	2,392	2,386	2,380	13
14	2,445	2,428	2,413	2,400	2,388	2,377	2,367	2,357	2,349	2,341	2,333	2,326	2,320	2,314	2,308	14
15	2,385	2,368	2,353	2,340	2,328	2,316	2,306	2,297	2,288	2,280	2,272	2,265	2,259	2,253	2,247	15
16	2,333	2,317	2,302	2,288	2,276	2,264	2,254	2,244	2,235	2,227	2,220	2,212	2,206	2,200	2,194	16
17	2,289	2,272	2,257	2,243	2,230	2,219	2,208	2,199	2,190	2,181	2,174	2,167	2,160	2,154	2,148	17
18	2,250	2,233	2,217	2,203	2,191	2,179	2,168	2,159	2,150	2,141	2,134	2,126	2,119	2,113	2,107	18
19	2,215	2,198	2,182	2,168	2,155	2,144	2,133	2,123	2,114	2,106	2,098	2,090	2,084	2,077	2,071	19
20	2,184	2,167	2,151	2,137	2,124	2,112	2,102	2,092	2,082	2,074	2,066	2,059	2,052	2,045	2,039	20
21	2,156	2,139	2,123	2,109	2,096	2,084	2,073	2,063	2,054	2,045	2,037	2,030	2,023	2,016	2,010	21
22	2,131	2,114	2,098	2,084	2,071	2,059	2,048	2,038	2,028	2,020	2,012	2,004	1,997	1,990	1,984	22
23	2,109	2,091	2,075	2,061	2,048	2,036	2,025	2,014	2,005	1,996	1,988	1,981	1,973	1,967	1,961	23
24	2,088	2,070	2,054	2,040	2,027	2,015	2,003	1,993	1,984	1,975	1,967	1,959	1,952	1,945	1,939	24
25	2,069	2,051	2,035	2,021	2,007	1,995	1,984	1,974	1,964	1,955	1,947	1,939	1,932	1,926	1,919	25
26	2,052	2,034	2,018	2,003	1,990	1,978	1,966	1,956	1,946	1,938	1,929	1,921	1,914	1,907	1,901	26
27	2,036	2,018	2,002	1,987	1,974	1,961	1,950	1,940	1,930	1,921	1,913	1,905	1,898	1,891	1,884	27
28	2,021	2,003	1,987	1,972	1,959	1,946	1,935	1,924	1,915	1,906	1,897	1,889	1,882	1,875	1,869	28
29	2,007	1,989	1,973	1,958	1,945	1,932	1,921	1,910	1,901	1,891	1,883	1,875	1,868	1,861	1,854	29
30	1,995	1,976	1,960	1,945	1,932	1,919	1,908	1,897	1,887	1,878	1,870	1,862	1,854	1,847	1,841	30
31	1,983	1,965	1,948	1,933	1,920	1,907	1,896	1,885	1,875	1,866	1,857	1,849	1,842	1,835	1,828	31
32	1,972	1,953	1,937	1,922	1,908	1,896	1,884	1,873	1,864	1,854	1,846	1,838	1,830	1,823	1,817	32
33	1,961	1,943	1,926	1,911	1,898	1,885	1,873	1,863	1,853	1,844	1,835	1,827	1,819	1,812	1,806	33
34	1,952	1,933	1,917	1,902	1,888	1,875	1,863	1,853	1,843	1,833	1,825	1,817	1,809	1,802	1,795	34
35	1,942	1,924	1,907	1,892	1,878	1,866	1,854	1,843	1,833	1,824	1,815	1,807	1,799	1,792	1,786	35
40	1,904	1,885	1,868	1,853	1,839	1,826	1,814	1,803	1,793	1,783	1,775	1,766	1,759	1,751	1,744	40
60	1,815	1,796	1,778	1,763	1,748	1,735	1,722	1,711	1,700	1,690	1,681	1,672	1,664	1,656	1,649	60
80	1,772	1,752	1,734	1,718	1,703	1,689	1,677	1,665	1,654	1,644	1,634	1,626	1,617	1,609	1,602	80
90	1,757	1,737	1,720	1,703	1,688	1,675	1,662	1,650	1,639	1,629	1,619	1,610	1,601	1,593	1,586	90
100	1,746	1,726	1,708	1,691	1,676	1,663	1,650	1,638	1,627	1,616	1,607	1,598	1,589	1,581	1,573	100
120	1,728	1,709	1,690	1,674	1,659	1,645	1,632	1,620	1,608	1,598	1,588	1,579	1,570	1,562	1,554	120
inf.	1,644	1,623	1,604	1,587	1,571	1,556	1,542	1,529	1,517	1,506	1,496	1,486	1,476	1,467	1,459	inf.

Distribución F (0,05) -

Fuente: Facultad Regional Mendoza, UTN, (s.f.). Recuperado el 12 de octubre de 2017.

Anexo 2

Valores de criterios de Distribución de Tukey

TABLA 8: Cuantiles de la distribución de Tukey $q(n, m)$

$\alpha = 0.05$	n													
m	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	6.08	8.33	9.80	10.88	11.73	12.43	13.03	13.54	13.99	14.40	14.76	15.09	15.39	15.67
3	4.50	5.91	6.82	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46	9.72	9.95	10.15	10.35	10.52
4	3.93	5.04	5.76	6.29	6.71	7.05	7.35	7.60	7.83	8.03	8.21	8.37	8.52	8.66
5	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17	7.32	7.47	7.60	7.72
6	3.46	4.34	4.90	5.30	5.63	5.90	6.12	6.32	6.49	6.65	6.79	6.92	7.03	7.14
7	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30	6.43	6.55	6.66	6.76
8	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05	6.18	6.29	6.39	6.48
9	3.20	3.95	4.41	4.76	5.02	5.24	5.43	5.59	5.74	5.87	5.98	6.09	6.19	6.28
10	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72	5.83	5.93	6.03	6.11
11	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61	5.71	5.81	5.90	5.98
12	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.39	5.51	5.61	5.71	5.80	5.88
13	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43	5.53	5.63	5.71	5.79
14	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36	5.46	5.55	5.64	5.71
15	3.01	3.67	4.08	4.37	4.59	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31	5.40	5.49	5.57	5.65
16	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26	5.35	5.44	5.52	5.59
17	2.98	3.63	4.02	4.30	4.52	4.70	4.86	4.99	5.11	5.21	5.31	5.39	5.47	5.54
18	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07	5.17	5.27	5.35	5.43	5.50
19	2.96	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04	5.14	5.23	5.31	5.39	5.46
20	2.95	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11	5.20	5.28	5.36	5.43
21	2.94	3.56	3.94	4.21	4.42	4.60	4.74	4.87	4.98	5.08	5.17	5.25	5.33	5.40
22	2.93	3.55	3.93	4.20	4.41	4.58	4.72	4.85	4.96	5.06	5.14	5.23	5.30	5.37
23	2.93	3.54	3.91	4.18	4.39	4.56	4.70	4.83	4.94	5.03	5.12	5.20	5.27	5.34
24	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01	5.10	5.18	5.25	5.32
25	2.91	3.52	3.89	4.15	4.36	4.53	4.67	4.79	4.90	4.99	5.08	5.16	5.23	5.30
26	2.91	3.51	3.88	4.14	4.35	4.51	4.65	4.77	4.88	4.98	5.06	5.14	5.21	5.28
27	2.90	3.51	3.87	4.13	4.33	4.50	4.64	4.76	4.86	4.96	5.04	5.12	5.19	5.26
28	2.90	3.50	3.86	4.12	4.32	4.49	4.62	4.74	4.85	4.94	5.03	5.11	5.18	5.24
29	2.89	3.49	3.85	4.11	4.31	4.47	4.61	4.73	4.84	4.93	5.01	5.09	5.16	5.23
30	2.89	3.49	3.85	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.82	4.92	5.00	5.08	5.15	5.21
31	2.88	3.48	3.84	4.09	4.29	4.45	4.59	4.71	4.81	4.90	4.99	5.06	5.13	5.20
32	2.88	3.48	3.83	4.09	4.28	4.45	4.58	4.70	4.80	4.89	4.98	5.05	5.12	5.18
33	2.88	3.47	3.83	4.08	4.28	4.44	4.57	4.69	4.79	4.88	4.97	5.04	5.11	5.17
34	2.87	3.47	3.82	4.07	4.27	4.43	4.56	4.68	4.78	4.87	4.96	5.03	5.10	5.16
35	2.87	3.46	3.81	4.07	4.26	4.42	4.56	4.67	4.77	4.86	4.95	5.02	5.09	5.15
36	2.87	3.46	3.81	4.06	4.25	4.41	4.55	4.66	4.76	4.85	4.94	5.01	5.08	5.14
37	2.87	3.45	3.80	4.05	4.25	4.41	4.54	4.66	4.76	4.85	4.93	5.00	5.07	5.13
38	2.86	3.45	3.80	4.05	4.24	4.40	4.53	4.65	4.75	4.84	4.92	4.99	5.06	5.12
39	2.86	3.45	3.79	4.04	4.24	4.39	4.53	4.64	4.74	4.83	4.91	4.98	5.05	5.11
40	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.73	4.82	4.90	4.98	5.04	5.11
41	2.86	3.44	3.79	4.03	4.23	4.38	4.51	4.63	4.73	4.82	4.90	4.97	5.04	5.10
42	2.85	3.44	3.78	4.03	4.22	4.38	4.51	4.62	4.72	4.81	4.89	4.96	5.03	5.09
43	2.85	3.43	3.78	4.03	4.22	4.37	4.50	4.62	4.72	4.80	4.88	4.96	5.02	5.08
44	2.85	3.43	3.78	4.02	4.21	4.37	4.50	4.61	4.71	4.80	4.88	4.95	5.02	5.08
45	2.85	3.43	3.77	4.02	4.21	4.36	4.49	4.61	4.70	4.79	4.87	4.94	5.01	5.07
46	2.85	3.42	3.77	4.01	4.20	4.36	4.49	4.60	4.70	4.79	4.87	4.94	5.00	5.06
47	2.85	3.42	3.77	4.01	4.20	4.36	4.48	4.60	4.69	4.78	4.86	4.93	5.00	5.06
48	2.84	3.42	3.76	4.01	4.20	4.35	4.48	4.59	4.69	4.78	4.86	4.93	4.99	5.05
49	2.84	3.42	3.76	4.00	4.19	4.35	4.48	4.59	4.69	4.77	4.85	4.92	4.99	5.05
50	2.84	3.42	3.76	4.00	4.19	4.34	4.47	4.58	4.68	4.77	4.85	4.92	4.98	5.04

Fuente: http://matematicas.unex.es/~mota/ciencias_ambientales/tabla8.pdf

Anexo 3

Resultados de Análisis Químico Proximal en la Bebida Tipo Atole de Garbanzo y Chía



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

MAGDALENA MARIELA GONZALEZ ORDOÑEZ,

Dirección

MAZATENANGO,

No. 328

Fecha de recibida la muestra:

04-09-2017.

Fecha de realización:

DEL 11-AL 13-09-2017.



Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Telefax: 24188307 Teléfono: 24168307 ext. 1676
E-mail: bromato2000@yahoo.es

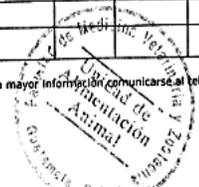
FORMULARIO BROMATO 7
INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEÍNA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D %	Lignina %	Dig. Pepsina %	PH	TND %	E.B. Kcal/g
537	BEBIDA DE ATOLE DE GARBANZO Y CHÍA	SECA	88.30	11.70	3.79	2.02	15.77	3.12	75.30	----	----	----	----	----	----	----	----	----
		COMO ALIMENTO	----	----	0.44	0.24	1.85	0.37	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
-----	-----	SECA	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
		COMO ALIMENTO																
		SECA																
		COMO ALIMENTO																
		SECA																
		COMO ALIMENTO																

TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA 1

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.

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



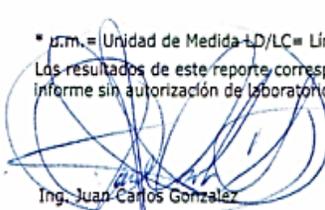
Resultados 2017/328
13/09/17

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

Fuente: Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2017.

Anexo 4

Resultados de Análisis de Ácido Fólico en Harina de Garbanzo y Harina de Chía

	LABORATORIO DSG DESARROLLO DE SOLUCIONES GLOBALES 31 Avenida 0-56 zona 7, Utatán 1 Tel: (502) 2441-4918, (502) 2439-6808	(R03-PAD004)			
Informe de Resultados: 2017-00648 Fecha: 2017/8/25					
Cliente:	Magdalena Gonzalez Ordoñez				
Dirección:	zona 2 Mazatenango				
Referencia:					
Muestra enviada por:	Fecha y Hora Muestreo:	10/08/2017 10:30			
Fecha de Recepción:	11/08/2017	Lugar de Muestreo:	Tomada por el Cliente		
Código: 5509	Descripción: Harina de Garbanzo		Lote:		
Referencia: 1	Tipo: Materia Prima				
Análisis	Resultado	u.m.	LD/LC	Metodología	Fecha de Análisis
Vitamina B9 (Ácido Fólico)	423.42	ug/100g*	10	B9 RIDASCREEN FAST	23/08/2017
Código: 5510	Descripción: Harina de Chía		Lote:		
Referencia: 2	Tipo: Materia Prima				
Análisis	Resultado	u.m.	LD/LC	Metodología	Fecha de Análisis
Vitamina B9 (Ácido Fólico)	62.14	ug/100g*	10	B9 RIDASCREEN FAST	23/08/2017
* u.m. = Unidad de Medida - LD/LC = Limite de Detección/Cuantificación					
Los resultados de este reporte corresponde única y exclusivamente a las muestras tomadas por el personal del laboratorio, prohibida la reproducción de este informe sin autorización de laboratorio DSG					
ULTIMA LINEA					
Ing. Juan Carlos Gonzalez Colegiado No. 1785 Director Técnico Físicoquímica		 Juan Carlos Gonzalez Soto Ingeniero Químico Colegiado No. 1785			

Fuente: Laboratorio DSG (Desarrollo de Soluciones Globales), 2017.

Anexo 5

Resultados de Análisis de Ácido Fólico en las tres bebidas tipo atole de garbanzo y chía

	LABORATORIO DSG DESARROLLO DE SOLUCIONES GLOBALES 31 Avenida 0-56 zona 7, Utatlán 1 Tel: (502) 2441-4918, (502) 2439-6808			(R03-PAD004)
	Informe de Resultados: 2017-00707 Fecha: 2017/9/27			
Cliente: Magdalena Gonzalez Ordoñez Dirección: zona 2 Mazatenango Referencia: Muestra enviada por: Fecha de Recepción: 04/09/2017		Fecha y Hora Muestreo: 04/09/2017 2:29 Lugar de Muestreo: Tomada por el Cliente		
Código: 5744 Referencia: 348		Descripción: Atole de Garbanzo y Chia Tipo: Alimento		
Análisis Vitamina B9 (Ácido Fólico)		Resultado 312.01	u.m. ug/100g*	LD/LC 10
		Metodología B9 RIDASCREEN FAST		Lote: Fecha de Análisis 26/09/2017
Código: 5745 Referencia: 225		Descripción: Atole de Garbanzo y Chia Tipo: Alimento		
Análisis Vitamina B9 (Ácido Fólico)		Resultado 301.95	u.m. ug/100g*	LD/LC 10
		Metodología B9 RIDASCREEN FAST		Lote: Fecha de Análisis 26/09/2017
Código: 5746 Referencia: 429		Descripción: Atole de Garbanzo y Chia Tipo: Alimento		
Análisis Vitamina B9 (Ácido Fólico)		Resultado 295.85	u.m. ug/100g*	LD/LC 10
		Metodología B9 RIDASCREEN FAST		Lote: Fecha de Análisis 26/09/2017
* u.m. = Unidad de Medida LD/LC = Límite de Detección/cuantificación Los resultados de este reporte corresponde única y exclusivamente a las muestras tomadas por el personal del laboratorio, prohibida la reproducción de este informe sin autorización de laboratorio DSG				
ULTIMA LINEA				
Ing. Juan Carlos Gonzalez Colegiado No. 1785 Director Técnico Físicoquímica		Juan Carlos Gonzalez Soto Ingeniero Químico Colegiado No. 1785		

Fuente: Laboratorio DSG (Desarrollo de Soluciones Globales), 2017.

15. APÉNDICES

Apéndice 1 Boleta de panel piloto

Universidad de San Carlos de Guatemala

Centro Universitario de Sur Occidente “CUNSUROC”

Ingeniería en Alimentos



Instrucciones: a continuación, se le presentan tres muestras de una bebida tipo atole elaborada con harina de garbanzo y harina de chíá, cada una está identificada con diferente código, luego en los cuadros que se le presenta debe de marcar con una “X” según sea su percepción sensorial.

COLOR

Muestra	225	348	429
Me gusta mucho			
Me gusta moderadamente			
Me gusta poco			
No me gusta, ni me disgusta			
Me disgusta levemente			
Me disgusta moderadamente.			
Me disgusta mucho			

Observaciones: _____

OLOR

Muestra	225	348	429
Me gusta mucho			
Me gusta moderadamente			
Me gusta poco			
No me gusta, ni me disgusta			
Me disgusta levemente			
Me disgusta moderadamente.			
Me disgusta mucho			

Observaciones: _____

SABOR

Muestra	225	348	429
Me gusta mucho			
Me gusta moderadamente			
Me gusta poco			
No me gusta, ni me disgusta			
Me disgusta levemente			
Me disgusta moderadamente.			
Me disgusta mucho			

Observaciones: _____

TEXTURA

Muestra	225	348	429
Me gusta mucho			
Me gusta moderadamente			
Me gusta poco			
No me gusta, ni me disgusta			
Me disgusta levemente			
Me disgusta moderadamente.			
Me disgusta mucho			

Observaciones: _____

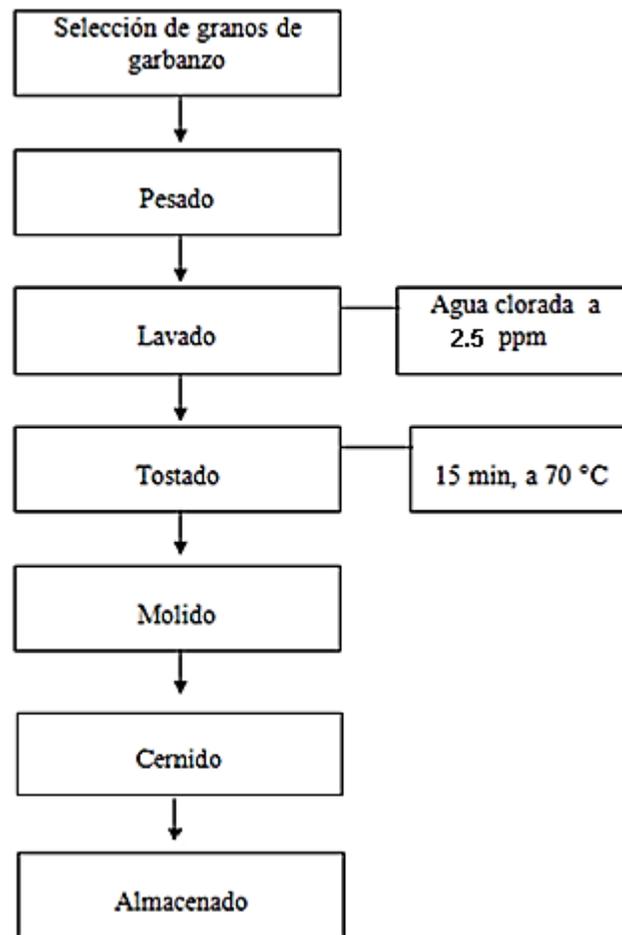
Apéndice 3
Puntuación de Escala Hedónica

1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	Me disgusta levemente
4	No me gusta ni me disgusta
5	Me gusta levemente
6	Me gusta moderadamente
7	Me gusta mucho

Fuente: Witting, E. (2001). Recuperado el 20 de octubre de 2016.

Apéndice 4

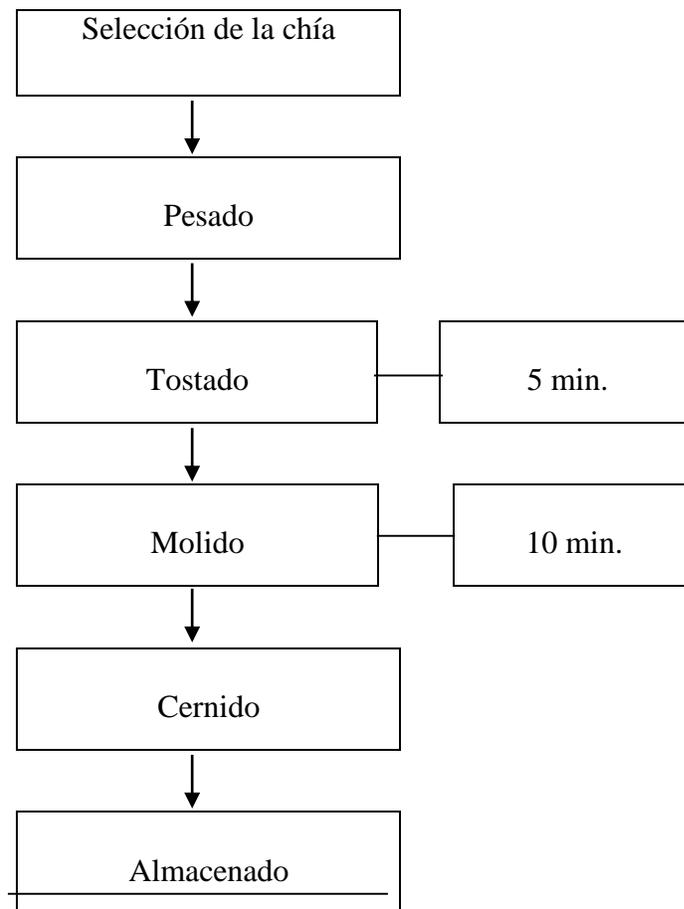
Figura No. 2 Proceso de elaboración de harina de garbanzo



Fuente: elaboración propia, 2016.

Apéndice 5

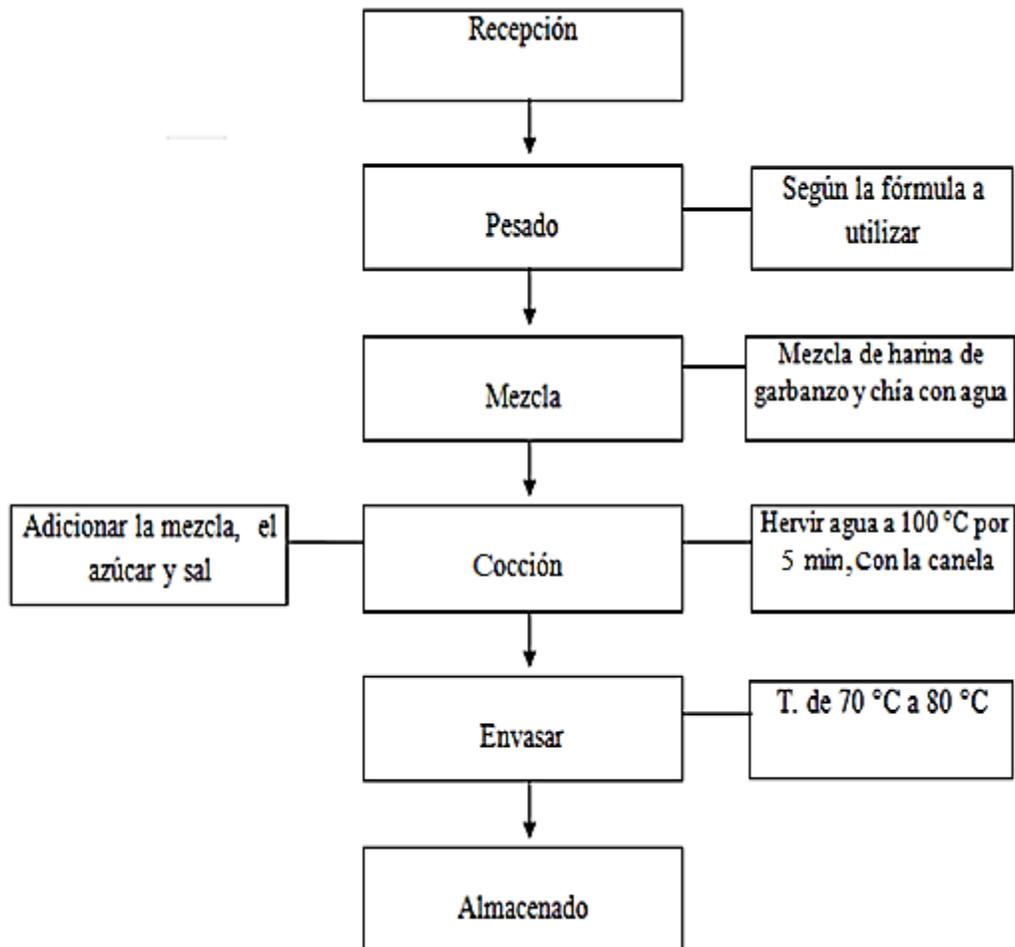
Figura No. 3 Proceso de elaboración de harina de chía.



Fuente: elaboración propia, 2016.

Apéndice 6

Figura No. 4 Proceso de elaboración de la bebida tipo atole



Fuente: elaboración propia, 2016.

Apéndice 7

Tabulación de datos del panel piloto por medio del diseño experimental con bloques al azar

Característica organoléptica COLOR

Tabla No. 14 Resultados de la característica organoléptica color

Bloques	Tratamientos				
Panelista	Muestras				
	225	348	429	Σ	Σ^2
1	6	7	6	19	361
2	7	5	3	15	225
3	7	5	3	15	225
4	6	7	6	19	361
5	5	6	6	17	289
6	2	7	5	14	196
7	6	6	5	17	289
8	6	5	3	14	196
9	6	6	6	18	324
10	7	7	7	21	441
11	7	5	5	17	289
12	4	5	4	13	169
13	7	6	5	18	324
14	3	7	6	16	256
15	4	7	7	18	324
16	7	7	6	20	400
Σ	90	98	83	271	4.669
Σ^2	8.100	9.604	6.889	24.593	
Media A	5,625	6,125	5,1875		

Fuente: elaboración propia, 2017.

$$FC = \frac{\Sigma_{TOTAL}^2}{n} = \frac{271^2}{48} = 1.530,02$$

$$\frac{\Sigma(\Sigma_{TRAT})^2}{BLO} - FC = \frac{24593}{16} = 1.537 - 1.530,02 = 6,98$$

$$\frac{\Sigma(\Sigma_{BLO})^2}{TRAT} - FC = \frac{4669}{3} = 1.556,30 - 1.530,02 = 26,28$$

$$(\Sigma \text{ DATO})^2 - FC = 1.613 - 1.530,02 = 82,98$$

$$SC \text{ TOTAL} - SC \text{ TRAT} - SC \text{ BLO} = 82,98 - 6,98 - 26,98 = 49,02$$

Causas de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamientos	6,98	2	3,49	2,135	3,68
Bloque	26,28	15	1,752	1,072	3,32
Error	49,02	30	1,634		
Total	82,98	47			

Fuente: elaboración propia, 2017.

Conclusión: no existe diferencia estadística entre los tres tratamientos debido a que la f calculada es menor que la f tabulada.

Característica organoléptica OLOR

Tabla No. 15 Resultados de la característica organoléptica olor

Bloques	Tratamientos				
	Muestra				
Panelista	225	348	429	Σ	Σ^2
1	7	6	6	19	361
2	6	6	3	15	225
3	7	7	4	18	324
4	5	7	6	18	324
5	4	5	5	14	196
6	7	6	3	16	256
7	7	7	5	19	361
8	5	6	5	16	256
9	6	6	6	18	324
10	5	7	6	18	324
11	6	7	4	17	289
12	6	7	7	20	400
13	5	6	4	15	225
14	6	7	4	17	289
15	5	7	6	18	324
16	6	6	7	19	361
Σ	93	103	81	277	4.839
Σ^2	8.649	10.609	6.561	25.819	
Media A.	5,8125	6,4375	5,0625		

Fuente: elaboración propia, 2017.

$$FC = \frac{\Sigma TOTAL^2}{n} = \frac{277^2}{48} = 1.598,520$$

$$\frac{\Sigma(\Sigma TRAT)^2}{BLO} - FC = \frac{25819}{16} = 1.613,687 - 1.598,520 = 15,167$$

$$\frac{\Sigma(\Sigma BLO)^2}{TRAT} - FC = \frac{4839}{3} = 1.613 - 1.598,520 = 14,48$$

$$(\Sigma DATO)^2 - FC = 1.657 - 1,598,520 = 58,48$$

$$SC TOTAL - SC TRAT - SC BLO = 58,48 - 15,167 - 14,48 = 28,833$$

Causas de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamientos	15,167	2	7,583	7,891	3,68
Bloque	14,48	15	0,965	1,00	3,32
Error	28,833	30	0,961		
Total	58,48	47			

Fuente: elaboración propia, 2017.

Conclusión: existe diferencia estadística significativa entre los tres tratamientos debido a que la *f* calculada es mayor que la *f* tabulada. Por lo tanto, se procede a usar la prueba de Tukey.

Procedimiento para la prueba de Tukey

$$W = q(t, glee, \alpha) \sqrt{\frac{CM_{ee}}{r}} = \sqrt{\frac{0,961}{16}} = 0,245$$

$$DMS = q_w * EE = 0,245 * 2,888 = 0,7075$$

$$DMS = q_w * EE = 0,245 * 3,035 = 0,7435$$

Tabla No. 16 Comparación del factor DMS con la diferencia de medias de los tratamientos

No. de media	2	3		(348) 6,4375	(225) 5,8125	(429) 5,0625
			(429) 5,0625	1,375	0,75	---
Q	2,888	3,035	(225) 5,8125	0,625	---	
DMS	0,7075	0,7435	(348) 6,4375	---		
Test: Tukey Alfa=0,05						
Error: 0,9611 gl: 30						
<u>TRATAMIENTOS Medias n E.E.</u>						
	348,00	6,44	16	0,25	A	
	225,00	5,81	16	0,25	A	
	<u>429,00</u>	<u>5,06</u>	<u>16</u>	<u>0,25</u>	<u>B</u>	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)						

Fuente: elaboración propia, 2017.

Si el DMS es menor que la diferencia de medias, entonces si hay diferencia significativa.

Si el DMS es mayor que la diferencia de medias, entonces no hay diferencia significativa.

Conclusión: según los resultados obtenidos por medio de la prueba de Tukey los tratamientos con código 348 y 225 son iguales, es decir entre ellos no existe diferencia estadística significativa.

Característica organoléptica SABOR

Tabla No. 17 Resultados de la característica organoléptica sabor

Bloques	Tratamientos				
	Muestra			Σ	Σ^2
Panelista	225	348	429		
1	7	6	5	18	324
2	6	6	3	15	225
3	7	6	1	14	196
4	6	7	5	18	324
5	4	6	6	16	256
6	7	6	2	15	225
7	3	4	2	9	81
8	6	7	5	18	324
9	6	7	6	19	361
10	7	6	6	19	361
11	7	6	5	18	324
12	3	5	4	12	144
13	7	5	4	16	256
14	4	7	1	12	144
15	5	7	7	19	361
16	7	6	6	19	361
Σ	92	97	68	257	4.267
Σ^2	8.464	9.409	4.624	2.2497	
Media A	5,75	6,0625	4,25		

Fuente: elaboración propia, 2017.

$$FC = \frac{\Sigma TOTAL^2}{n} = \frac{257^2}{48} = 1.376,020$$

$$\frac{\Sigma(\Sigma TRAT)^2}{BLO} - FC = \frac{22497}{16} = 1.406,062 - 1.376,020 = 30,042$$

$$\frac{\Sigma(\Sigma BLO)^2}{TRAT} - FC = \frac{4267}{3} = 1.422,33 - 1.376,020 = 46,31$$

$$(\Sigma DATO)2 - FC = 1.505 - 1.376,020 = 128,98$$

$$SC TOTAL - SC TRAT - SC BLO = 128,98 - 30,042 - 46,31 = 52,628$$

Causas de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamientos	30,042	2	15,021	8,563	3,68
Bloque	46,31	15	3,087	1,759	3,32
Error	52,628	30	1,754		
Total	128,98	47			

Fuente: elaboración propia, 2017.

Conclusión: existe diferencia estadística significativa entre los tres tratamientos debido a que la *f* calculada es mayor que la *f* tabulada. Por lo tanto, se procede a usar la prueba de Tukey.

Procedimiento para la prueba de Tukey

$$W = q(t, glee, \alpha) \sqrt{\frac{CM_{ee}}{r}} = \sqrt{\frac{1,754}{16}} = 0,3310$$

$$DMS = q_w * EE = 0,3310 * 2,888 = 0,9559$$

$$DMS = q_w * EE = 0,3310 * 3,035 = 1,0045$$

Tabla No. 18 Comparación del factor DMS con la diferencia de medias de los tratamientos

No de media	2	3		(348) 6,0625	(225) 5,75	(429) 4,25
			(429) 4,25	1,8125	1,50	---
Q	2,888	3,035	(225) 5,75	0,3125	---	
DMS	0,9559	1,0045	(348) 6,0625	---		
Test: Tukey Alfa=0,05						
Error: 1,7542 gl: 30						
<u>TRATAMIENTOS Medias n E.E.</u>						
	348,00	6,06	16	0,33	A	
	225,00	5,75	16	0,33	A	
	429,00	4,25	16	0,33	B	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)						

Fuente: elaboración propia, 2017.

Si el DMS es menor que la diferencia de medias, entonces si hay diferencia significativa.

Si el DMS es mayor que la diferencia de medias, entonces no hay diferencia significativa.

Conclusión: según los resultados obtenidos por medio de la prueba de Tukey los tratamientos con código 348 y 225 son iguales, es decir entre ellos no existe diferencia estadística significativa.

Característica organoléptica TEXTURA

Tabla No. 19 Resultados de la característica organoléptica textura

Bloque	Tratamientos				
	Muestra			Σ	Σ^2
Panelista	225	348	429		
1	6	6	5	17	289
2	7	6	6	19	361
3	7	6	2	15	225
4	6	7	6	19	361
5	4	6	6	16	256
6	6	7	3	16	256
7	5	7	6	18	324
8	7	6	5	18	324
9	6	6	6	18	324
10	7	6	6	19	361
11	6	6	5	17	289
12	4	5	4	13	169
13	7	7	5	19	361
14	6	5	1	12	144
15	4	6	7	17	289
16	7	7	5	19	361
Σ	95	99	78	272	4.694
Σ^2	9.025	9.801	6.084	24.910	
Media A.	5,9375	6,1875	4,875		

Fuente: elaboración propia, 2017.

$$FC = \frac{\Sigma_{TOTAL}^2}{n} = \frac{272^2}{48} = 1.541,333$$

$$\frac{\Sigma(\Sigma_{TRAT})^2}{BLO} - FC = \frac{24910}{16} = 1.556,875 - 1.541,33 = 15,545$$

$$\frac{\Sigma(\Sigma_{BLO})^2}{TRAT} - FC = \frac{4694}{3} = 1.564,666 - 1.541,333 = 23,333$$

$$(\Sigma \text{ DATO})^2 - FC = 1.622 - 1.541,333 = 80,667$$

$$SC \text{ TOTAL} - SC \text{ TRAT} - SC \text{ BLO} = 80,667 - 15,545 - 23,333 = 41,789$$

Causas de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamientos	15,545	2	7,772	5,583	3,68
Bloque	23,333	15	1,555	1,117	3,32
Error	41,789	30	1,392		
Total	80,667	47			

Fuente: elaboración propia, 2017.

Conclusión: existe diferencia estadística significativa entre los tres tratamientos debido a que la *f* calculada es mayor que la *f* tabulada. Por lo tanto, se procede a usar la prueba de Tukey.

Procedimiento para la prueba de Tukey.

$$W = q(t, glee, \alpha) \sqrt{\frac{CM_{ee}}{r}} = \sqrt{\frac{1,392}{16}} = 0,2949$$

$$DMS = q_w * EE = 0,2949 * 2,888 = 0,8516$$

$$DMS = q_w * EE = 0,2949 * 3,035 = 0,8950$$

Tabla No. 20 Comparación del factor DMS con la diferencia de medias de los tratamientos

No de media	2	3	(348)	(225)	(429)
			6,1875	5,9375	4,875
Q	2,888	3,035			
DMS	0,8516	0,8950			
			(429)4,875	1,3125	1,0625
			(225)5,9375	0,25	---
			(348)6,1875	---	---
Test: Tukey Alfa=0,05					
Error: 1,3931 gl: 30					
<u>TRATAMIENTOS Medias n E.E.</u>					
	348,00	6,19 16 0,30	A		
	225,00	5,94 16 0,30	A		
	429,00	4,88 16 0,30	B		
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

Fuente: elaboración propia, 2017.

Si el DMS es menor que la diferencia de medias, entonces si hay diferencia significativa.

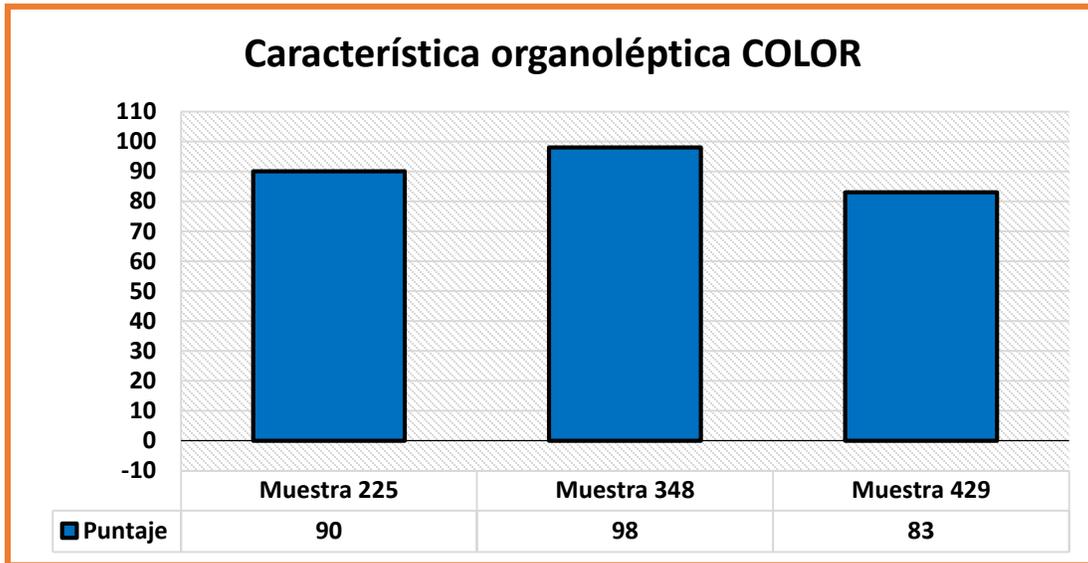
Si el DMS es mayor que la diferencia de medias, entonces no hay diferencia significativa.

Conclusión: según los resultados obtenidos por medio de la prueba de Tukey los tratamientos con código 348 y 225 son iguales, es decir entre ellos no existe diferencia estadística significativa.

Apéndice 8

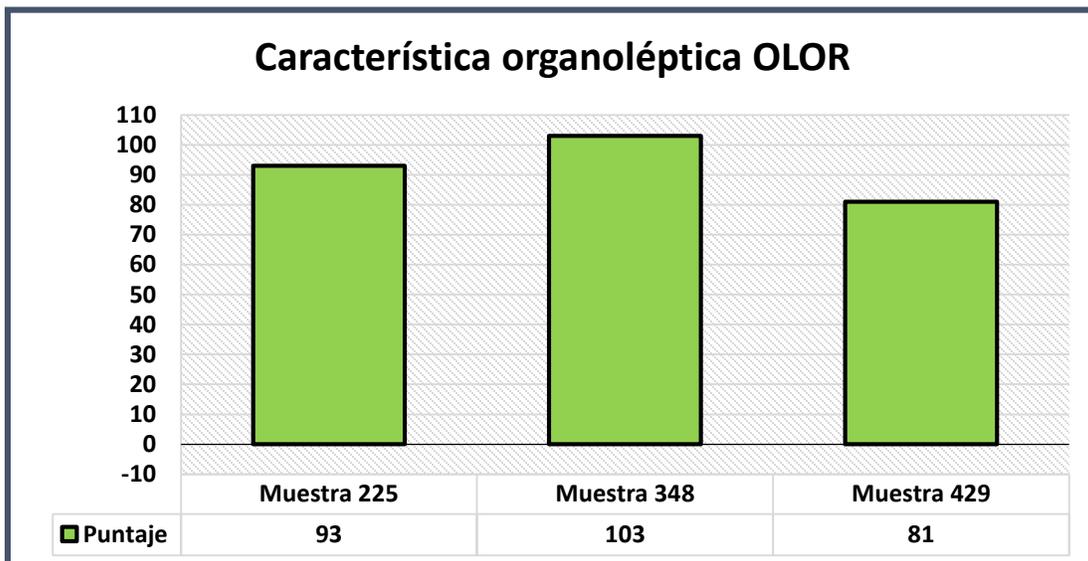
Gráficas de resultados obtenidos en panel piloto

Gráfica No. 3 Comparación de resultados del panel piloto en las tres muestras para la característica organoléptica color



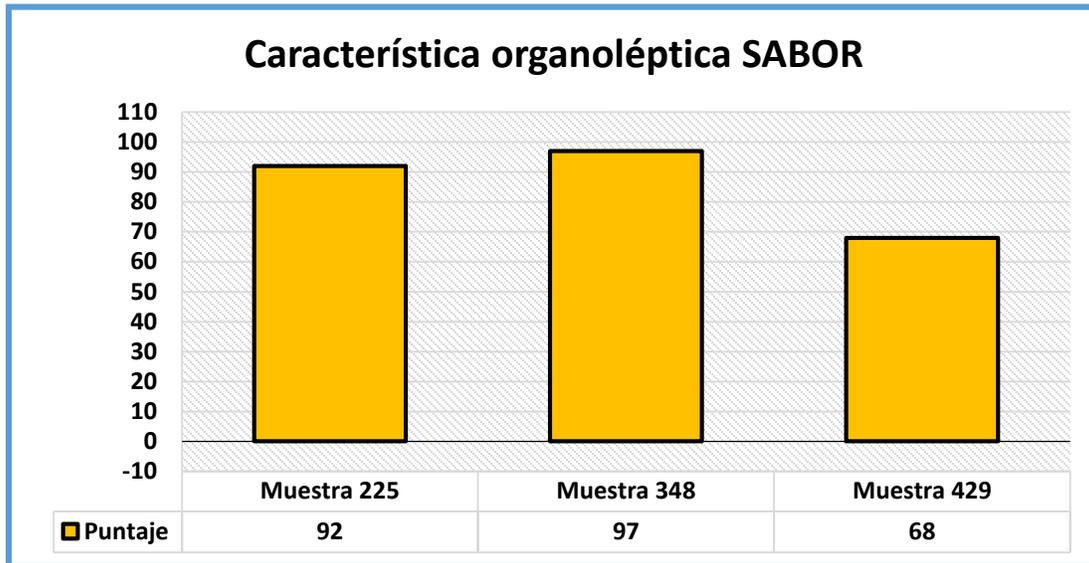
Fuente: elaboración propia, 2017.

Gráfica No. 4 Comparación de resultados del panel piloto en las tres muestras para la característica organoléptica olor



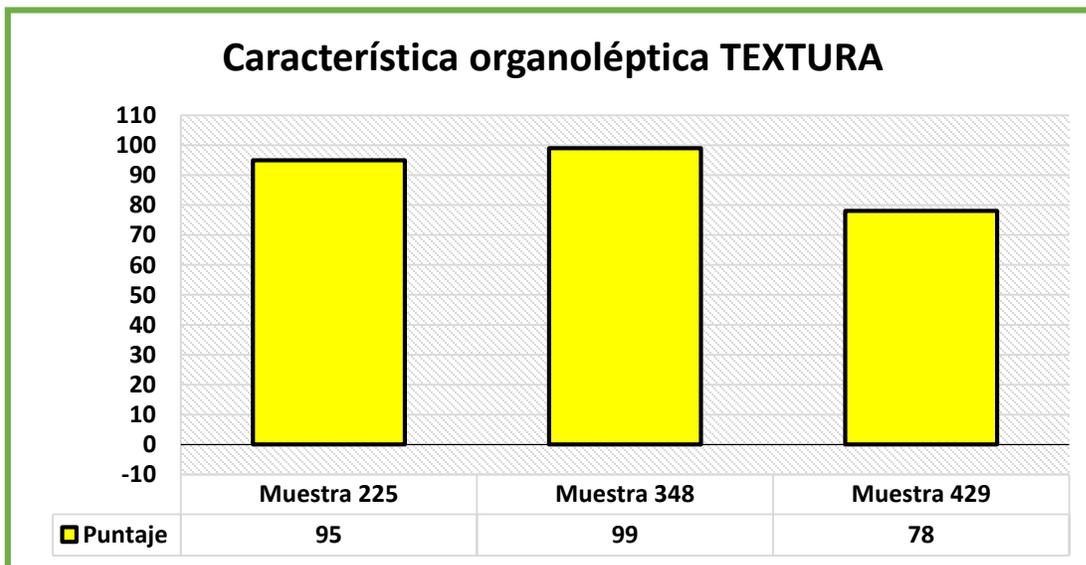
Fuente: elaboración propia, 2017.

Gráfica No. 5 Comparación de resultados del panel piloto en las tres muestras para la característica organoléptica sabor



Fuente: elaboración propia, 2017.

Gráfica No. 6 Comparación de resultados del panel piloto en las tres muestras para la característica organoléptica textura



Fuente: elaboración propia, 2017.

16. GLOSARIO

- 16.1** Ácidos grasos poli insaturados: los ácidos grasos poli insaturados se forman cuando varios átomos de carbono dedican dos enlaces a unirse con otro átomo de carbón.
- 16.2** Buffer: es una o varias sustancias químicas que afectan a la concentración de los iones de hidrógeno (o hidronios) en el agua. Siendo que pH no significa otra cosa que potencial de hidrogeniones (o peso de hidrógeno), un buffer (o "amortiguador") lo que hace es regular el pH.
- 16.3** Chicha: nombre que reciben diversas variedades de bebidas alcohólicas derivadas principalmente de la fermentación no destilada del maíz y otros cereales originarios de América: aunque también en menor medida, se suele preparar a partir de la fermentación de diferentes frutos.
- 16.4** Cochura: masa o porción de pan que se ha amasado para cocer.
- 16.5** Fabáceas: familia de plantas dicotiledóneas (hierbas, matas, arbustos y árboles) de flores con corola amariposada, agrupadas en racimos o en espigas, con diez estambres, libres o unidos por sus filamentos, y fruto casi siempre en legumbre.
- 16.6** Folato: los folatos son esenciales para la fabricación de ácido desoxirribonucleico o ADN, soporte de la información genética propia de cada individuo. Son aportados por la alimentación, particularmente por las vísceras, las legumbres, las espinacas, las levaduras o ciertos cereales.
- 16.7** Granado: que se considera lo mejor o más escogido entre otras cosas de su misma clase.
- 16.8** INCAP: Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

- 16.9** Mesh: el parámetro que comúnmente se utiliza para evaluar la capacidad de retención del filtro es el número de mesh, que se define como el número de orificios por pulgada lineal, contados a partir del centro de un hilo.
- 16.10** Molino de martillos: se basa en el mecanismo de compresión del material entre dos cuerpos. Entre más rápida sea la fuerza de aplicación más rápido ocurre la fractura por el aumento de la energía cinética concentrando la fuerza de fragmentación en un solo punto produciendo partículas que se fracturan rápidamente hasta el límite.
- 16.11** Oleosa: que tiene mucho aceite, es graso o está grasiento.
- 16.12** Periodicidad: frecuencia con la que aparece, sucede o se realiza una cosa repetitiva.
- 16.13** Pubescencias: fenómeno que consiste en la aparición de pelos sobre la superficie de la planta, responden a un fenómeno adaptativo de los vegetales.
- 16.14** Vaina: envoltura tierna y alargada en la que están encerradas en hilera las semillas de ciertas plantas y que está formada por dos piezas o valvas.



Mazatenango, Suchitepéquez enero de 2018

Señores Comisión de Trabajo de Graduación
Ingeniería en Alimentos
CUNSUROC, USAC

Respetables señores:

Atentamente nos dirigimos a ustedes como terna evaluadora para hacer de su conocimiento que la estudiante Magdalena Mariela González Ordoñez quién se identifica con DPI 2046 50097 1101, número de carné 201145535 ha realizado las correcciones de su Seminario II del Trabajo de Graduación solicitadas en su evaluación correspondiente. Por lo que se considera que no hay ningún inconveniente que se le dé continuidad al proceso que corresponde.

Sin otro particular nos suscribimos de ustedes,

Atentamente,

Ing. Carlos Hernández Ordoñez

Coordinador

Ing. Marvin Sánchez López

Secretario

Dr. Marco Antonio del Cid Flores

Vocal

M.V. Edgar Roberto del Cid Chacón

Coordinador de carrera

Carrera de Ingeniería en Alimentos

CUNSUROC-USAC-

Presente.

Le escribo cordialmente, deseándoles 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 seminario II, del trabajo de graduación titulado: **Determinación de la concentración de ácido fólico biodisponible en la formulación de una bebida tipo atole elaborada a partir de las harinas de garbanzo (Cicer arietinum) y chíá (Salvia hispánica).** De la estudiante: **Magdalena Mariela González Ordoñez**, quien se identifica con número de carné: **201145535**.

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



Ing. En Ali. Marvin Manolo Sánchez López
Secretario de comisión de trabajo de graduación.





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Mazatenango, 22 de febrero de 2018

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano

Director del Centro Universitario del Sur Occidente

CUNSUROC-USAC

Presente.

Le escribo cordialmente, deseándoles 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 Sur Occidente CUNSUROC-USAC-, he tenido a bien revisar el informe de trabajo de graduación titulado: **Determinación de la concentración de ácido fólico biodisponible en la formulación de una bebida tipo atole elaborada a partir de las harinas de garbanzo (Cicer arietinum) y chíá (Salvia hispánica)**. El cual ha sido presentado por la estudiante: **Magdalena Mariela González Ordoñez**, quien se identifica con número de carné: **201145535**.

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

Deferentemente.



M.V. Edgar Roberto del Cid Chacón
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-03-2018

DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, doce de abril de dos mil dieciocho_____

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes de la Comisión de Tesis y del Secretario del comité de Tesis, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO FÓLICO BIODISPONIBLE EN LA FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA TIPO ATOLE ELABORADA A PARTIR DE LAS HARINAS DE GARBANZO (*Cicer arietinum*) Y CHÍA (*Salvia hispánica*)" de la estudiante: Magdalena Mariela González Ordoñez, carné 201145535 de la carrera Ingeniería en Alimentos.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Guillermo Vinicio Tello Canto".

Dr. Guillermo Vinicio Tello Canto
Director - CUNSUROC

