

Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Programa Universitario de Investigación
en Recursos Naturales y Ambiente

INFORME FINAL

ALFORFÓN, ALIMENTO FUNCIONAL PARA EL COMBATE DEL HAMBRE EN LA FAMILIA CAMPESINA

Equipo de investigación

Coordinador

Ing. Agr. Carlos Guillermo Castañeda Acevedo

Investigador

Ing. Agr. Darío Amílcar Monterroso Flores.

Guatemala, octubre de 2018.

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN AVALADORA

Instituto de Análisis e Investigación de los Problemas Nacionales de la Universidad de San
Carlos de Guatemala. –IPNUSAC–

Dr. Erwin Humberto Calgua Guerra
Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas

Ing. Agr. Augusto Saúl Guerra Gutiérrez
Coordinador del Programa Universitario de Investigación en Recursos Naturales y Ambiente

Ing. Agr. Carlos Guillermo Castañeda Acevedo
Coordinador del proyecto.

Ing. Agr. Darío Amílcar Monterroso Flores
Investigador

Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, 2018. El contenido de este informe de investigación es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Esta investigación fue cofinanciada por la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de la Partida Presupuestaria 4.8.63.0.14 durante el año 2018 en el Programa Universitario de Investigación en Recursos Naturales y Ambiente.

Financiamiento aprobado por Digi: Q. 274, 136.00 Financiamiento Ejecutado: Q. 215,958.86

1. INDICE

INDICE

1. INDICE	3
2. RESUMEN	6
3. ABSTRACT	7
4. INTRODUCCION	8
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
6. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	11
7. DELIMITACION EN TIEMPO Y ESPACIO.....	11
7.1. Ubicación geográfica de la investigación	11
7.1.1. Fisiografía	12
7.1.2. Zonas de Vida	14
7.1.3. Uso de la Tierra.....	15
7.1.4. Identificación y descripción de cuencas	17
7.1.5. Flora y fauna	17
7.1.6. Contaminación Ambiental	18
7.1.7. Aspectos sociales	18
8. MARCO TEÓRICO.....	20
9. ESTADO DEL ARTE.....	22
10. OBJETIVO GENERAL.....	28
11. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	28
12. MATERIALES Y MÉTODOS	28
12.1. Tipo de Investigación.....	28
12.2. Técnicas e instrumentos	29
12.3.1. Metodología	29
12.3.2. Técnicas	29
12.3.3. Recolección de datos.....	30
12.3.4. Muestreo	32
12.4. Operacionalización de las variables.....	33

12.5. Procesamiento y análisis de la información.....	34
13. VINCULACIÓN, DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN	35
14. RESULTADOS.....	36
14.1. Resultados por objetivo.....	36
14.1.1. Establecer huertos familiares y escolares para conocer la aceptación del cultivo por parte de agricultores del departamento de Sololá.	36
14.1.2. Determinar la combinación de tiempo de tostado y forma de molienda de grano que tiene los mejores parámetros nutricionales.	40
14.1.3. Evaluar cual combinación de tiempo de tostado y forma de molienda tiene mejor aceptación de consumo.	41
14.1.4. Evaluar la aceptación de los alumnos en escuelas con huertos escolares al consumo de alforfón como alimento funcional en presentación de barras nutritivas y galletas.	41
15. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	42
15.1. Análisis y discusión por objetivo	42
15.1.1. Establecer huertos familiares y escolares para conocer la aceptación del cultivo por parte de agricultores del departamento de Sololá.	42
15.1.2. Determinar la combinación de tiempo de tostado y forma de molienda de grano que tiene los mejores parámetros nutricionales.	44
15.1.3. Evaluar cual combinación de tiempo de tostado y forma de molienda tiene mejor aceptación de consumo.	47
15.1.4. Evaluar la aceptación de los alumnos en escuelas con huertos escolares al consumo de alforfón como alimento funcional en presentación de barras nutritivas y galletas.	48
16. CONCLUSIONES	49
17. IMPACTO ESPERADO	50
18. REFERENCIAS.....	51
19. APENDICE.....	56
19.1. APENDICE 1. Publicación en periódico de mayor circulación nacional de reportaje sobre la investigación.....	61
19.2 APENDICE 2. Resultados análisis bromatológicos harina de alforfón.....	62
20. ORDEN DE PAGO.....	66

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.....	11
Figura 2. Mapa fisiográfico del área de estudio.....	13
Figura 3. Mapa de serie de suelos del área de estudio.	14
Figura 4. Mapa de zona de vida del área de estudio.	15
Figura 5. Mapa de capacidad de uso de suelos del área de estudio	16
Figura 6. Mapa de cuencas del área de estudio.....	17
Figura 7. Resultados tabulados de respuesta a la pregunta 2 de la encuesta	37
Figura 8. Resultados tabulados de respuesta a la pregunta 3 de la encuesta	37
Figura 9. Resultados tabulados de respuesta a la pregunta 4 de la encuesta	38
Figura 10. Resultados tabulados de respuesta a la pregunta 5 de la encuesta	38
Figura 11. Resultados tabulados de respuesta a la pregunta 7 de la encuesta	39
Figura 12. Resultados tabulados de respuesta a la pregunta 8 de la encuesta	39

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estimaciones de población en los municipios del área de estudio al año 2018	18
Tabla 2 Indicadores socioeconómicos de los municipios del área de estudio	19
Tabla 3 Composición química de la harina de alforfón por porción alimenticia de 100 g	26
Tabla 4 Operacionalización de las variables de la investigación	33
Tabla 5 Resultados de análisis bromatológico a muestras de harina de alforfón	40
Tabla 6 Análisis de varianza a resultados de parámetro de Materia Seca Total (%) en muestras de harina de alforfón evaluadas	56
Tabla 7 Análisis de varianza a resultados de parámetro de Extracto Etéreo (%) en muestras de harina de alforfón evaluadas	56
Tabla 8 Análisis de varianza a resultados de parámetro de Fibra Cruda (%) en muestras de harina de alforfón evaluadas	56
Tabla 9 Análisis de varianza a resultados de parámetro de Proteína (%) en muestras de harina de alforfón evaluadas	57
Tabla 10 Análisis de varianza a resultados de parámetro de Cenizas (%) en muestras de harina de alforfón evaluadas	57
Tabla 11 Análisis de varianza a resultados de parámetro de Extracto Libre de Nitrógeno (%) en muestras de harina de alforfón evaluadas	57
Tabla 12 Prueba de medias por método de Mínima Diferencia Significativa para el parámetro Materia Seca Total (%)	58
Tabla 13 Prueba de medias por método de Mínima Diferencia Significativa para el parámetro Cenizas (%)	58
Tabla 14 Prueba de Friedman de orden de preferencia de 6 modalidades de panqueques de alforfón	59
Tabla 15 Prueba de Kramer orden de preferencia 6 modalidades de panqueques de alforfón	59
Tabla 16 Prueba de Friedman de orden de preferencia de 2 modalidades de refacción escolar con productos de alforfón	60
Tabla 17 Prueba de Kramer de orden de preferencia de dos modalidades de refacción escolar	60

ALFORFÓN, ALIMENTO FUNCIONAL PARA EL COMBATE DEL HAMBRE EN LA FAMILIA CAMPESINA

2. RESUMEN

En Guatemala, la prevalencia de desnutrición crónica ha incrementado junto con la pobreza extrema, 47% de los niños menores de cinco años y el 58% de niños indígenas sufren desnutrición crónica, principalmente en Totonicapán, Huehuetenango, Sololá y Quiché. Del 2015 al 2017 en proyectos de investigación financiados por Digi, se investigó el alforfón, evaluándose su fenología, rendimiento y calidad de grano obtenido. Durante 2018, la investigación se centró en promover el cultivo y la validación de modalidades de consumo, con el fin de contar con una modalidad de procesamiento de alforfón viable para el consumo en el medio rural. Se sembraron 52 huertos familiares y tres escolares, en tres municipios de Sololá, Guatemala. Se evaluó la afectación de parámetros nutricionales, por tres tiempos de tostado en comal de barro (10, 20 y 30 min) y dos formas de molienda (molino manual y mortero) para elaborar harina. Mediante prueba hedónica, se evaluó la preferencia de seis modalidades de panqueques de harina de alforfón y dos modalidades de refacción escolar, galletas y barras nutritivas de alforfón. Se obtuvo que el tiempo de tostado afectó el contenido de materia seca total y ceniza, este último parámetro muy relacionado con el contenido de minerales. El 75% de los participantes en la prueba hedónica prefirieron los panqueques elaborados con grano tostado 20 min y molido con molino manual. El 90% de los estudiantes que participaron en la prueba hedónica prefirieron galletas de harina de alforfón sobre barras de grano de alforfón como refacción escolar.

Palabras clave: Funcional, molienda, harina, tostado en comal, galleta.

3. ABSTRACT

In Guatemala, the prevalence of chronic malnutrition has increased along with the increase in extreme poverty, 47% of children under five years old and 58% of indigenous children suffer from chronic malnutrition, mainly in Totonicapán, Huehuetenango, Sololá and Quiché. From 2015 to 2017, through research projects funded by Digi, the cultivation of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) was investigated, evaluating its phenological development, yield and grain quality obtained. During 2018, the research focused on the promotion of the crop and the validation of modalities of consumption, in order to have a viable buckwheat processing modality. 52 family own and three scholar orchards were planted in three municipalities of Sololá, Guatemala. The affectation of nutritional parameters was evaluated, by three times of toasting in clay comal (10, 20 and 30 min) and two forms of grinding (manual mill and mortar) to make flour. By means of hedonic test, the preference of six modalities of buckwheat flour pancakes and two modalities of school refreshment, biscuits and nutritious buckwheat bars was evaluated. It was obtained that the roasting time affected the content of total dry matter and ashes, this last parameter very related to the mineral content. 75% of the participants in the hedonic test preferred the pancakes made with toasted grain 20 min and ground with manual mill. 90% of the students who participated in the hedonic test preferred buckwheat flour cookies over buckwheat grain bars as an alternative to school snack.

Key words: Functional, grinding, flour, roasting in comal, cookie.

4. INTRODUCCION

La adaptación del alforfón al medio guatemalteco se considera importante pues el mismo puede contribuir al mejoramiento de la calidad nutricional de la dieta de la población, Wyld, Squibb y Scrimshaw (1958) reportan que aporta hasta el 11.2% de proteínas.

Asimismo, es una planta fácil de cultivar que se adapta a suelos pobres, ácidos, alcalinos y climas secos, pudiéndose cultivar también en suelos húmedos; se cultiva en forma extensiva y no es demandante de cuidados agronómicos específicos, con mantenerlo limpio es suficiente para lograr su cosecha.

El cultivo es adecuado para incorporarlo a la agricultura familiar (AF), considerada como pilar de la economía campesina, y ha sido investigada su adaptación en varias localidades del país, en fases previas por este equipo de investigación, sin embargo para promoverlo como un aporte a la seguridad alimentaria y nutricional en el medio rural, se necesitó la continuación del proceso, lo que consistió en la validación una modalidad de procesamiento y de varias modalidades de consumo; principalmente para consumo por niños que padecen desnutrición crónica, pues es un alimento funcional, que al no tener gluten puede ser utilizado aún por los celíacos. Es un producto con alto contenido de lisina, vitaminas B1, C, E y minerales. En comparación con los cereales, la proteína del alforfón es de alta calidad nutricional aunque se ha reportado que su digestibilidad es baja en comparación con cereales como el trigo, posiblemente debido a su contenido de taninos y ácido fítico (Wijngaard & Arendt, 2006).

En Guatemala, la prevalencia de desnutrición crónica ha venido incrementándose juntamente con el aumento de la pobreza extrema, la VI encuesta nacional de salud materno infantil 2014-2015 reporta que el 47% de los niños menores de cinco años sufren desnutrición crónica, si además se considera el grupo étnico al que pertenece la madre, se tiene que el 58% de niños indígenas padecen este flagelo, principalmente en los departamentos de Totonicapán, Huehuetenango, Sololá y Quiché; y cuando esto se analiza con base en el perfil socioeconómico familiar a través del quintil de riqueza, se tiene que el 66% de los casos de desnutrición aguda se ubican en el quintil inferior (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social [MSPAS], 2017).

La VI encuesta nacional de salud materno infantil 2014-2015 también reporta que el 39% de los niños menores de cinco años afectados por desnutrición crónica tienen madres con sobrepeso (índice de masa corporal > 25) y que el 67% de niños de madres sin educación son afectados (MSPAS, 2017). Lo anterior permite inferir que la desnutrición crónica no está asociada solamente a la pobreza y pobreza extrema sino también a malos hábitos alimenticios producto del desconocimiento de la importancia de no solo comer sino de nutrirse.

Se requiere realizar esfuerzos encaminados a informar a la población más vulnerable en aspectos de alimentación adecuada que permitan reducir los índices de desnutrición actuales mediante la formulación de alimentos funcionales innovadores y mejorar con ello las condiciones de vida, actuales y futuras de la población más pobre del país, principalmente los niños en el área rural.

En el período comprendido del 2015 al 2017 por medio de proyectos de investigación financiados por la Dirección General de Investigación (Digi) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Usac), se realizó la introducción del cultivo de alforfón (*Fagopyrum esculentum* Moench) en Guatemala en tres localidades representativas de la variabilidad climática del país, evaluándose y comparándose el desarrollo fenológico del cultivo, su rendimiento y calidad de grano obtenido.

Ese proceso de investigación previa, permitió dar un los primeros pasos para adaptar y promover la siembra y consumo en el país de este “pseudocereal” altamente nutritivo con múltiples beneficios a la salud humana y con adaptabilidad a condiciones de suelo y humedad poco favorables.

Durante el 2018 la investigación en el cultivo de alforfón se centró en dar el siguiente paso, buscando afianzar lo ya obtenido mediante la promoción de su cultivo y la validación de modalidades de consumo de tipo familiar artesanal con el fin de poder contar con una modalidad de procesamiento de alforfón viable para el consumo dirigido directamente al medio rural.

Con base en lo anterior, este proyecto de investigación dirigió sus esfuerzos a la promoción de la siembra de alforfón mediante la implementación de huertos familiares y escolares así como en la validación de una modalidad de procesamiento artesanal que permita la obtención de harina

integral, la cual pueda ser empleada por los consumidores en la elaboración de diferentes alternativas alimenticias.

5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el país, la prevalencia de desnutrición crónica se ha incrementado con el aumento de la pobreza extrema, la VI encuesta nacional de salud materno infantil 2014-2015 reporta que el 47% de los niños menores de cinco años sufren desnutrición crónica, si además se considera el grupo étnico al que pertenece la madre, se tiene que el 58% de niños indígenas padecen este flagelo, principalmente en los departamentos de Totonicapán, Huehuetenango, Sololá y Quiché (MSPAS, 2017).

El 39% de los niños menores de cinco años afectados por desnutrición crónica tienen madres con sobrepeso (índice de masa corporal > 25) y el 67% de niños de madres sin educación son afectados (MSPAS, 2017), lo anterior permite inferir que la desnutrición crónica no está asociada solamente a la pobreza y pobreza extrema sino también a malos hábitos alimenticios producto del desconocimiento de la importancia de no solo comer sino de nutrirse.

Se requiere realizar esfuerzos encaminados informar a la población más vulnerable en aspectos de alimentación adecuada que permitan reducir los índices de desnutrición actuales mediante la formulación de alimentos funcionales innovadores y mejorar con ello las condiciones de vida actuales y futuras de la población más pobre del país, principalmente los niños en el área rural.

El alforfón presenta una serie de propiedades tanto agrológicas como nutricionales y benéficas para la salud, que lo convierten en una alternativa a ser considerada en la búsqueda de promover cultivos que se adapten al escenario actual de cambio climático, donde las lluvias ya no son tan regulares como solían serlo, pues se adapta a suelos pobres y a regímenes de déficit hídrico.

Además su consumo presenta beneficios nutricionales al ser una fuente de proteína de alta calidad, fácilmente asimilable y que posee propiedades benéficas para la salud; desde personas con enfermedad celiaca (al no contener gluten) hasta personas con afecciones cardiovasculares y problemas diabéticos.

6. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Será aceptado el alforfón como un alimento a incluir en la dieta diaria en las comunidades objetivo?

¿Cuál combinación de tiempo de tostado y forma de molido del grano tendrá la mejor calidad nutricional?

¿Cuál combinación de tiempo de tostado y forma de molido del grano tendrá la mayor aceptación de consumo?

¿Cuál modalidad de alimento funcional con base de alforfón para consumo como refacción escolar será mejor aceptada?

7. DELIMITACION EN TIEMPO Y ESPACIO

El proyecto de investigación se llevó a cabo en los municipios de Santa Clara La Laguna, Santa Lucía Utatlán y San Andrés Semetabaj del departamento de Sololá durante nueve meses, de febrero a octubre de 2018.

7.1. Ubicación geográfica de la investigación

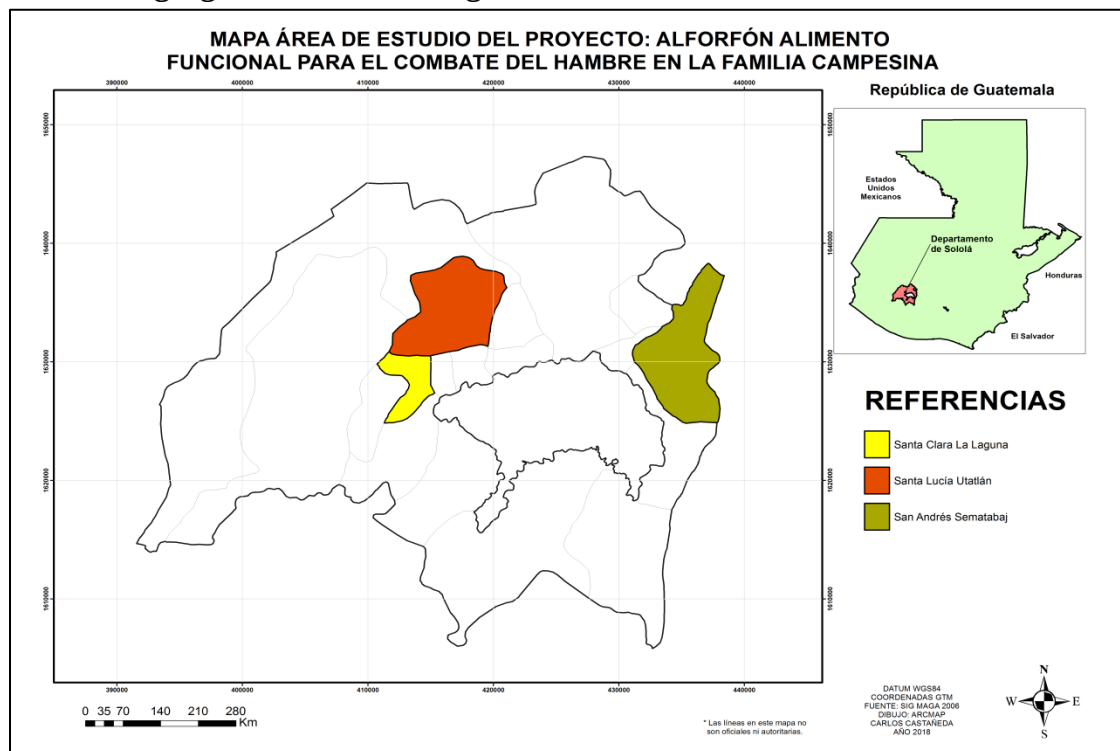


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio

7.1.1. Fisiografía

Los municipios que conforman el área de desarrollo de las actividades del proyecto, se ubican en la región fisiográfica de las Tierras altas volcánicas, subregión Zona montañosa occidental (Tacaná-Tecpán) y en las subdivisiones de gran paisaje denominadas Montañas y laderas alrededor de la caldera del lago de Atitlán y Relleno piroclástico alrededor del lago de Atitlán.

Las características fisiográficas del área de acuerdo a la memoria descriptiva del Mapa fisiográfico-geomorfológico (Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgos [UPGGR], 2004) son:

“Se localiza alrededor de la caldera del lago de Atitlán, la unidad es un conjunto de lomas y colinas orientadas alrededor de la caldera del lago de Atitlán.

Las formas son redondeadas y las pendientes van del 18 al 40%. Las pendientes que caen a los cauces de los ríos presentan una topografía escarpada. Los ríos que descienden de estos cerros son cauces cortos, a excepción del río Nahualate (al Oeste) y el Madre Vieja (al Este) que están orientados de Norte a Sur.

Las rocas más antiguas son los intrusivos graníticos y dioríticos del Cretácico y Terciario, que limitan esta unidad al Este y Oeste.

La mayor cantidad de rocas son lavas andesíticas y riolíticas, las cuales están cubiertas en la superficie por una capa de espesor considerable de piroclastos de piedra pómez.

Su origen está en la caída de grandes volúmenes piroclásticos de pómez y fragmentos de rocas volcánicas arrojadas por el colapso ocasionado por la explosión de la caldera del lago de Atitlán, los que rellenaron valles antiguos de rocas volcánicas terciarias.

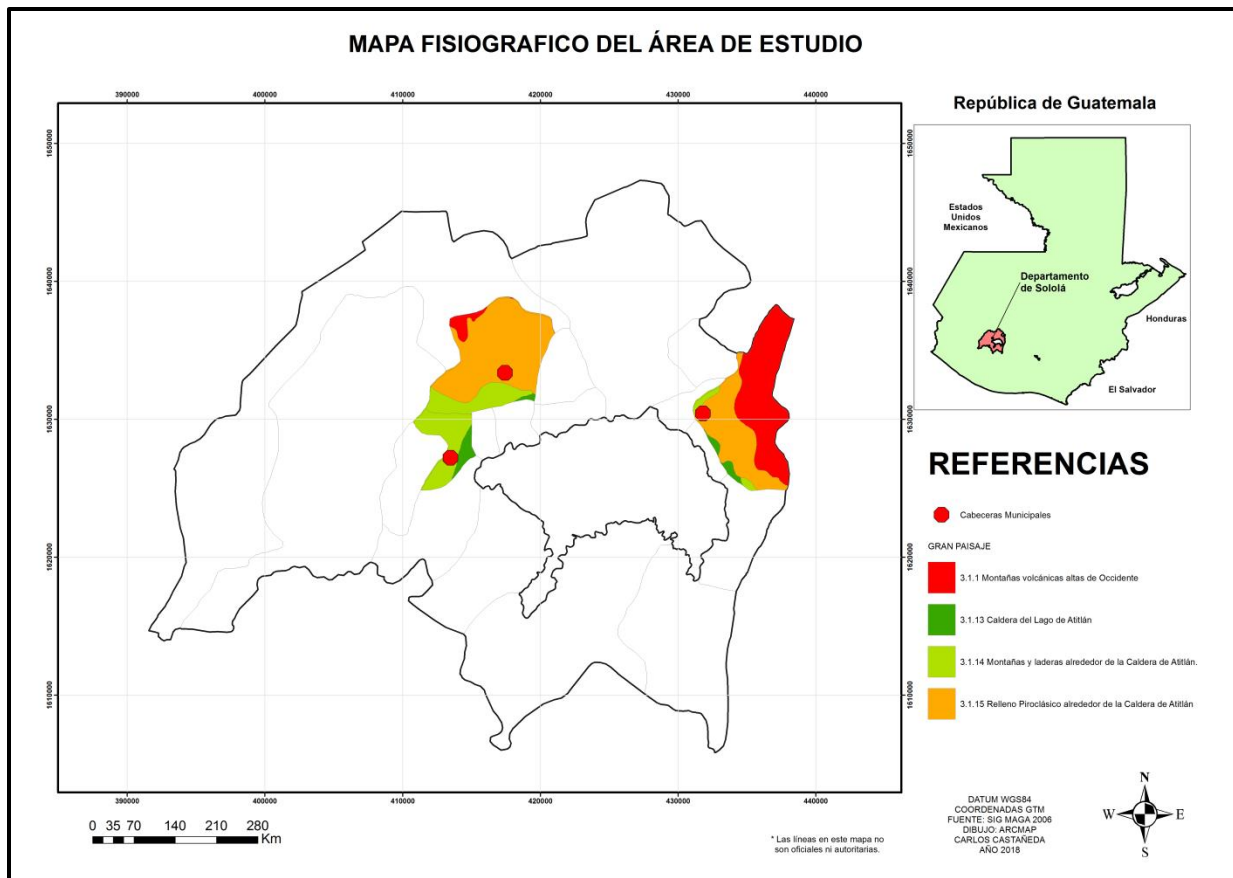


Figura 2. Mapa fisiográfico del área de estudio

Los sitios donde se localizan las parcelas donde se implementaron los huertos presentan suelos de las series “Camanchá” y “Camanchá erosionada” de acuerdo a la clasificación de suelos de Simmons, Tárano y Pinto (1959) que son suelos cuyo material madre es ceniza volcánica de color claro, con relieve ondulado a fuertemente ondulado, buen drenaje interno, suelo superficial con color café muy oscuro, textura franca, friable y con espesor aproximado de 50 cm, el subsuelo es de color café amarillento, textura franco arcillosa y espesor de 75 cm y con la particularidad de presentar problemas por control de la erosión.

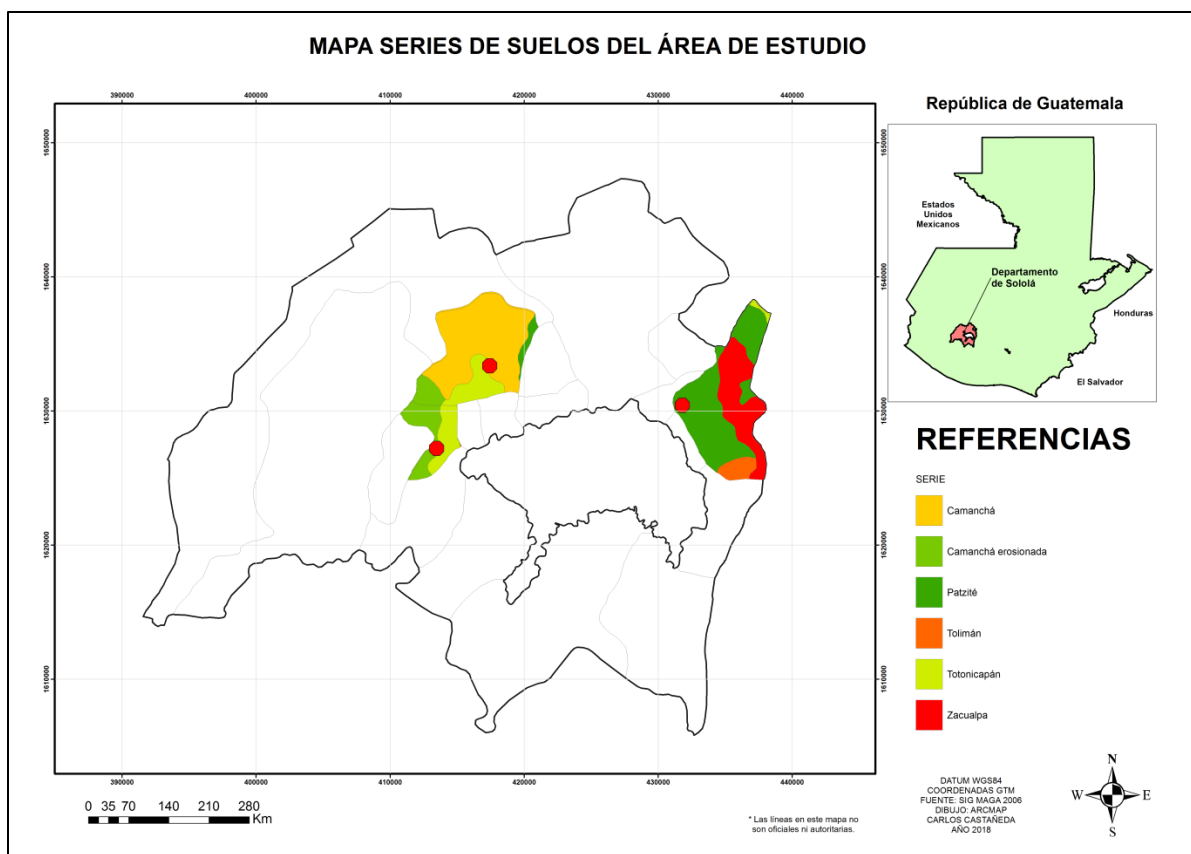


Figura 3. Mapa de serie de suelos del área de estudio.

7.1.2. Zonas de Vida

El territorio que comprende el área del estudio se ubica dentro de las zonas de vida, Bosque húmedo montano bajo subtropical y Bosque muy húmedo montano bajo subtropical, el cual tiene las características que se describen a continuación (INAFOR, 1983).

“Bosque húmedo montano bajo subtropical bh-MB

Altitud 1500 hasta 2400 msnm

Precipitación Pluvial 1057 a 1588 mm anuales

Temperatura 15 a 23 °C

“Bosque muy húmedo montano bajo subtropical bmh-MB

Altitud 1800 hasta 3000 msnm

Precipitación Pluvial 2065 a 3900 mm anuales

Temperatura 12.5 a 18.6 °C”.

En la figura 4 se presenta el mapa temático de zonas de vida del área de estudio.

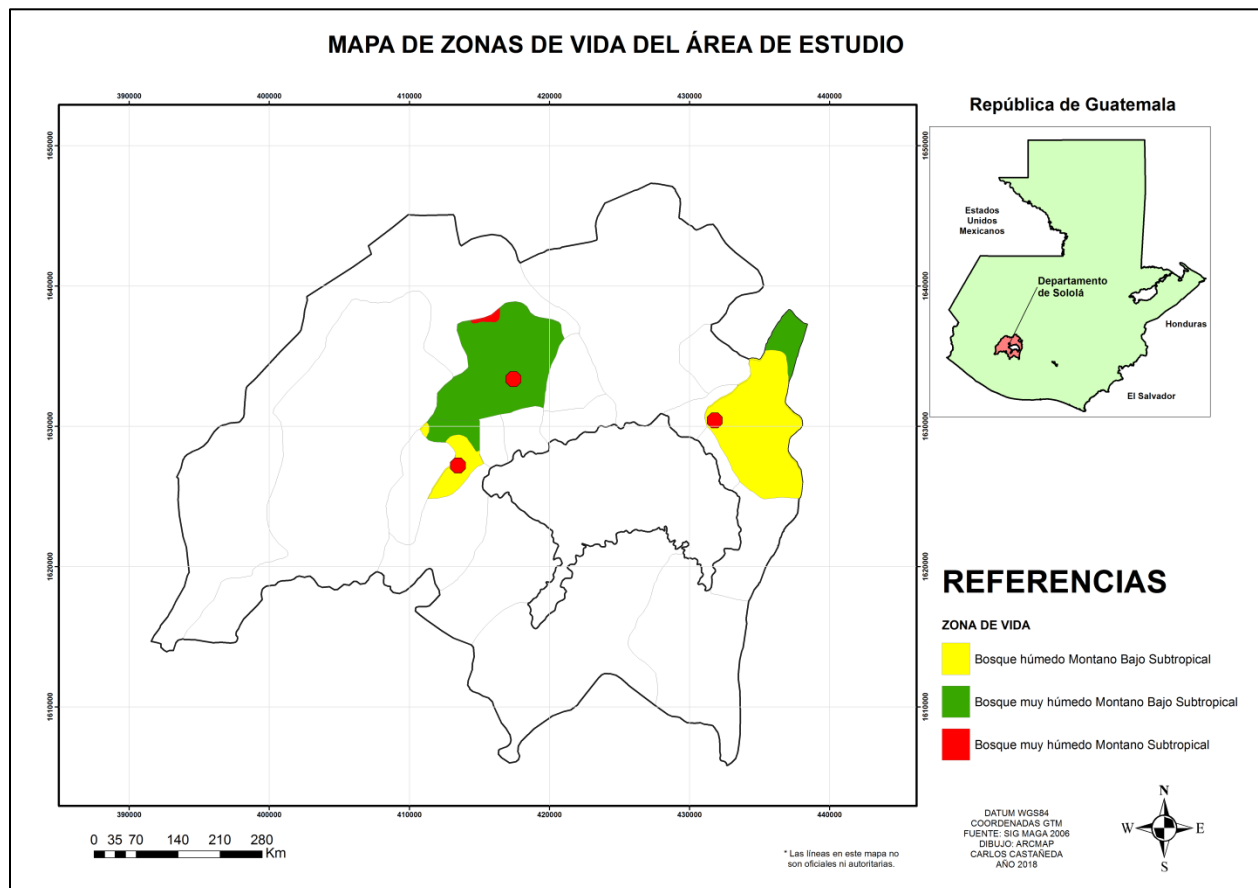


Figura 4. Mapa de zona de vida del área de estudio.

7.1.3. Uso de la Tierra

El principal uso que se le da a los suelos en estos municipios, es el destinado a agricultura limpia anual, los cultivos principales son maíz y hortalizas como papa y zanahoria además de cultivos permanentes como aguacate, manzana, pera y otros frutales de clima frío.

De acuerdo a la clasificación agrológica, en el área de estudio localizan las clases: II a la VIII según los criterios de clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, sin embargo las parcelas se ubicaron en áreas con clasificación VI y VII, siendo en general tierras aptas para cultivos permanentes y protección de cuencas, sin embargo se desarrolla agricultura de minifundio en laderas con pendiente inclinada y en valles intermontanos de la zona (UPGGR, 2004).

En la mayoría de las comunidades es evidente la deforestación existente debido al sobre uso del recurso para el aprovechamiento principalmente para extracción de madera y leña.

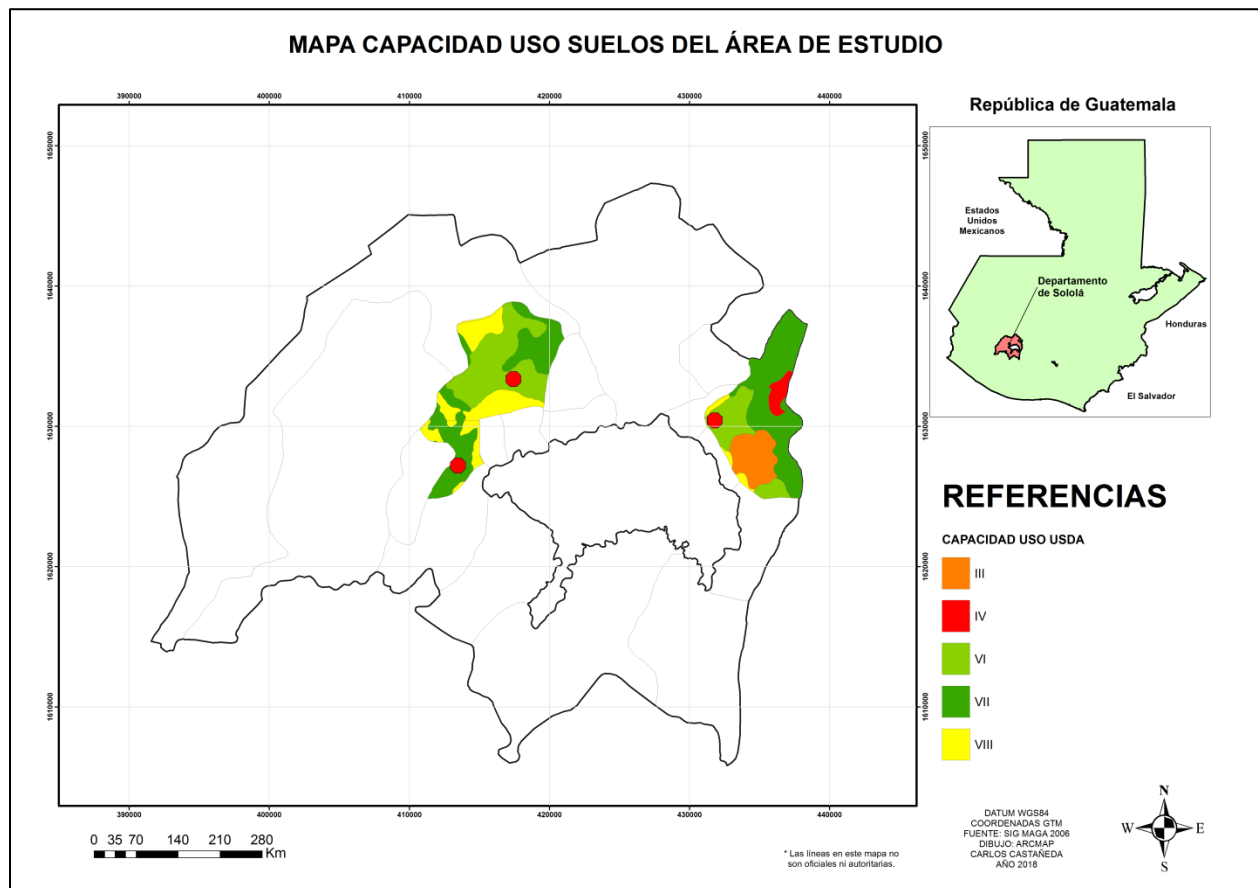


Figura 5. Mapa de capacidad de uso de suelos del área de estudio

7.1.4. Identificación y descripción de cuencas

En cuanto a su hidrografía, los municipios se ubican dentro de las cuencas del lago de Atitlán y en el caso de Santa Clara La Laguna en la del río Nahualate. (UPGGR, 2004).

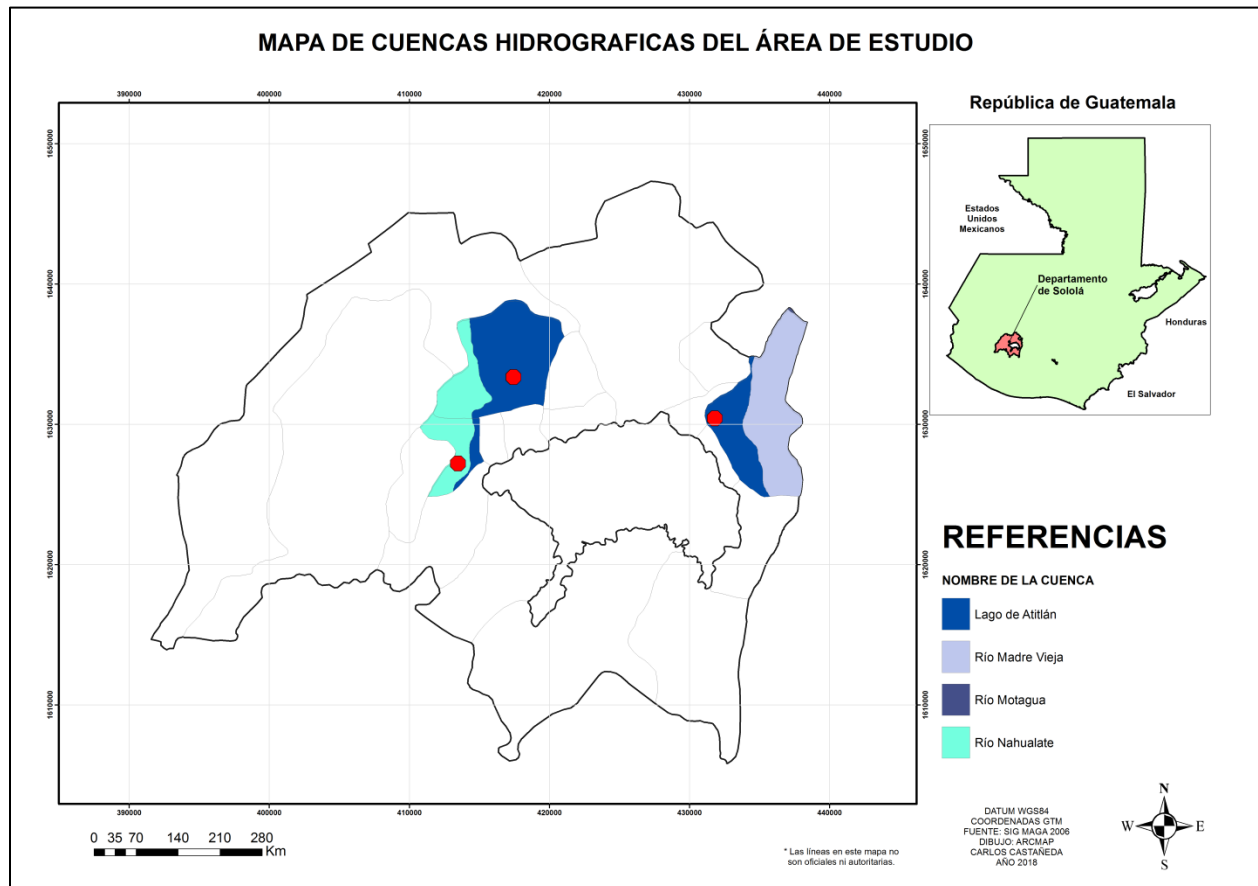


Figura 6. Mapa de cuencas del área de estudio.

7.1.5. Flora y fauna

Está conformada por una gran diversidad de especies, entre las que sobresalen *Alnus jorulensis*, *Cupressus lusitanica*, *Pinus ayacahuite*, *Pinus hartweii*, *Pinus pseudostrobus*, *Chirantodendron pentadactylon*, *Zinowiewia sp.*, *Budleia sp.*, entre otras; además de especies cultivadas como, maíz, frijol, hortalizas y frutales de clima frío.

Las especies animales que se encuentran en la zona son: taltuzas, tacuazines, ardillas, comadreas, gavilanes, conejos, zopilotes, armadillos, palomas, clarineros, iguanas, bovinos, aves de corral, perros y gatos.

7.1.6. Contaminación Ambiental

- a) Aguas servidas: solamente las cabeceras municipales cuenta con drenaje, las aguas servidas son drenadas a pequeños ríos alternos, no se dispone de plantas de tratamiento.
- b) Basura: los desechos sólidos generados por cada una de las viviendas son recolectados mediante el tren de aseo municipal, sin embargo en las comunidades rurales, las mismas son quemadas en los patios de las casas.
- c) Otro problema de contaminación ambiental es el provocado por las personas que carecen de letrinas y hacen sus necesidades fisiológicas a flor de tierra.
- d) La utilización de pesticidas en forma descontrolada en las actividades agrícolas, principalmente en la producción de hortalizas contribuyen a la contaminación ambiental.

7.1.7. Aspectos sociales

Las proyecciones de población para el año 2018 realizadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2008) estiman los siguientes valores de habitantes:

Tabla 1

Estimaciones de población en los municipios del área de estudio al año 2018

Municipio	Habitantes	Hombres	Mujeres
Santa Clara La Laguna	11450	5916	5534
Santa Lucía Utatlán	27444	14133	13311
San Andrés Semetabaj	14955	7334	7621

Tomado de Instituto Nacional de Estadística, INE. (2008). *Estimaciones de población 2008-2020 basadas en el XI Censo Nacional de Población y V de Habitación*. Guatemala.

El informe nacional de desarrollo humano del año 2,005 (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2005) refiere que los municipios que conforman el área de estudio, presentan Índices de Desarrollo Humano (IDH) y de población en condiciones de pobreza y pobreza extrema de acuerdo a lo presentado en la Tabla 2.

Tabla 2

Indicadores socioeconómicos de los municipios del área de estudio

Municipio	IDH	% Pobreza	% Pobreza extrema	% Población rural	% Población indígena
Santa Clara La Laguna	0.674	74.1	21.3	30.7	99.5
Santa Lucía Utatlán	0.584	66.1	13.4	93.4	97.5
San Andrés Semetabaj	0.614	65.2	16.7	74.8	92.6

Tomado de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, [PNUD]. (2005). *Informe Nacional de Desarrollo Humano*. Guatemala.

Como se puede apreciar en las tablas anteriores, la población del área de estudio es predominantemente indígena, de la etnia Cakchiquel, con alta prevalencia de pobreza y pobreza extrema así como con una alta ruralidad. Estos parámetros son precisamente los que generaron interés en la realización de los huertos de alforfón en la zona, buscando con ello darles a conocer un cultivo novedoso y con alto valor nutricional el cual se adapta a condiciones agroecológicas adversas y que puede constituirse en una alternativa para su seguridad alimentaria y nutricional.

8. MARCO TEÓRICO

El alforfón (*Fagopyrum esculentum* Moench) conocido comúnmente también como trigo sarraceno o trigo negro, se considera un cereal pero realmente no lo es aunque posee características similares; no pertenece a la familia de las gramíneas sino a las poligonáceas (Kim, Kim, & Park, 2004). Su grano se caracteriza por su forma trigonal que lo hace inconfundible, está recubierto por una cutícula de color pardo negruzco que no es comestible y que obliga a que generalmente el grano sea mondado o descortezado para su consumo.

Es una hierba anual de tallo erguido pero puede alcanzar una altura de 30 a 80 centímetros. Su fruto es seco, semejante al de los cereales, pero no es un cariopsis sino un aquenio, sin embargo, se comercializa comúnmente como un cereal.

Sus raíces se conforman de una raíz pivotante de la cual ramifican pequeñas raíces secundarias.

El tallo es erecto, nudoso y de color verde, aunque puede presentar coloraciones rojizas. Las ocreas nodales que posee el alforfón son características de las poligonáceas. Una ocrea es una especie de funda que rodea el tallo.

Las hojas de la planta crecen en forma alterna y son característicamente grandes y sagitadas, de forma acorazonada. Las hojas superiores son perfoliadas, es decir que nacen en el tallo y lo rodean y las inferiores en cambio, tienen un peciolo que las une al tallo.

Cada tallo termina en una inflorescencia en forma de pequeños racimos o agrupaciones de flores.

Las flores son monoicas y su polinización se produce por abejas. De hecho la especie se caracteriza por atraer especies polinizadoras durante su floración. Estas flores son de color blanco o rosa. Son flores pentámeras, es decir, compuestas cada una por una corola y un cáliz formado por 5 pétalos y 5 sépalos respectivamente.

El fruto de la planta es un fruto seco aquenio de tres aristas que se emplea para la alimentación humana. El grano del alforfón se caracteriza por su forma trigonal que lo hace inconfundible, está recubierto por una cutícula de color pardo negruzco que no es comestible y que obliga a que el grano sea mondado o descortezado para su consumo.

Es originario de Asia Central y se ha cultivado tradicionalmente en muchos países. El mayor productor a nivel mundial es Rusia 34.4%, le siguen China 29.4%, Ucrania 8.7% y Francia 5.8%, mientras que en América se cultiva principalmente en Estados Unidos y Brasil (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, 2014).

Es una planta que se desarrolla desde regiones frías a templadas y húmedas. Tiene pocas exigencias térmicas pero es sensible a las heladas y a los calores persistentes. También le son dañinos los vientos muy secos y muy fríos. El alforfón es un cultivo resistente a las sequías aunque es afectado en su rendimiento de acuerdo a lo reportado por Yoon, Jang y Jeong (2004).

Su crecimiento es extremadamente rápido, de acuerdo a las condiciones climáticas su ciclo de cultivo puede variar de 65 a 90 días. Vazhov, Kozil y Odintsev (2013) reportan ciclos de cultivo entre 70 a 78 días en la región de Altai en Rusia.

Gracias a sus propiedades puede contribuir al mejoramiento de la calidad nutricional de la dieta de la población, Wyld y colaboradores (1958) reportan que aporta hasta el 11.2% de proteínas. Asimismo, es una planta fácil de cultivar que se adapta a suelos pobres, ácidos, alcalinos y climas secos, pudiéndose cultivar también en suelos húmedos; se cultiva en forma extensiva y no es demandante de cuidados agronómicos específicos, con mantenerlo limpio es suficiente para lograr su cosecha.

El análisis de aminoácidos de sus proteínas señalan que es una excelente fuente de lisina, posee un promedio alto de proteína, más alto que el que posee cualquier cereal, la avena que es el mejor, solo alcanza un promedio de 4.2%. (Pomeranz 1973)

Tiene una adaptabilidad ecológica tal, que puede crecer en todo tipo de entornos poco favorables; en China, particularmente en regiones remotas donde la tierra es tan infértil que casi ningún cultivo puede crecer, el alforfón lo hace (Li & Zhang, 2001).

Es esta alta adaptabilidad de la especie la que ha permitido su difusión geográfica y sus múltiples usos. Es empleado en la alimentación humana, en la alimentación animal, como abono verde, para el control de malezas e incluso es considerado una especie melífera de calidad pues sus flores son muy atractivas para los insectos polinizadores. Christa y Soral-Smietana (2008)

indican que el alforfón es introducido en la dieta humana como un cultivo alternativo de amplio interés debido a su valor nutritivo y promotor de la salud.

9. ESTADO DEL ARTE

Ahmed y colaboradores (2014) indican que hay interés a nivel mundial en el alforfón por su potencial para el desarrollo de preparaciones nutriceuticas (medicinas nutricionales) y alimentos funcionales que pueden proveer beneficios a la salud que van más allá de los beneficios nutricionales.

Dentro de la alimentación humana, destaca por su alto valor nutricional, por poseer proteínas libres de gluten y por sus propiedades beneficiosas para la salud, considerándose como un alimento funcional, principalmente para afecciones como la enfermedad celiaca, que es uno de los desórdenes alimenticios de tipo permanente más comunes a nivel mundial con una prevalencia estimada del 1% de la población (Catassi & Fasano, 2008).

Kim y colaboradores (2004) señalan que contiene variedad de nutrientes en su grano. Los principales componentes son proteínas, rutina, polisacáridos, fibra dietética, lípidos, polifenoles y micronutrientes como minerales y vitaminas. Los granos de alforfón contienen mayores niveles de vitamina B1 (tiamina), B2 (riboflavina), E (tocoferol) y B3 (niacina y niacinamida) en comparación con la mayoría de cereales (Skrabanja et al., 2004).

El alforfón contiene relativamente altos niveles de zinc, cobre y manganeso en comparación con cereales tales como el arroz, el trigo y el maíz (Ikeda & Yamashita, 1994). Los aminoácidos que contiene la proteína del alforfón, principalmente su contenido de lisina (que es generalmente el primer aminoácido limitante en otras proteínas de origen vegetal) es alto y bien balanceado (Li & Zhang, 2001).

La proteína del alforfón o trigo sarraceno posee un alto grado de valor biológico, representa el 92.3% del valor biológico de los sólidos totales de la leche descremada y el 81.4% del huevo, lo que la hace semejante a las proteínas de origen animal (Sure, 1955). A través del proceso de maduración del grano de alforfón mantiene constante su composición aminoacídica a diferencia

de los cereales que sintetizan y almacenan proteínas ricas en ácido glutámico y prolina y bajas en lisina.

El alforfón también se cosecha verde para la extracción de rutina. La rutina y otros flavonoides son metabolitos secundarios sintetizados por las plantas superiores, musgos y helechos con la finalidad de protegerlas de los efectos dañinos de la radiación ultravioleta.

La rutina y otros flavonoides del alforfón tienen múltiples beneficios en la salud humana también, habiéndose establecido que la rutina antagoniza el incremento en la fragilidad capilar asociada con enfermedades hemorrágicas, reduce la presión arterial, disminuye la permeabilidad de los vasos sanguíneos y reduce el riesgo de arteriosclerosis (Fabjan et al., 2003).

El potencial anti estrés de extractos de alforfón fue evaluado por Al-Snafi (2017) mediante pruebas de resistencia de nado en ratas, encontrando que incrementa significativamente la duración del nado además de disminuir la glucosa sanguínea, colesterol, triglicéridos, cortisol y niveles de urea sanguínea en comparación con el grupo de control evaluado.

También se reporta efectos en la mejora de la memoria en pruebas realizadas con ratas con pérdida de memoria inducida por daño al hipocampo encontrando una mejora sustancial en aquellos individuos a los que se les suministro un extracto de cascara de alforfón (Al-Snafi, 2017).

El trigo sarraceno es utilizado como suplemento alimenticio para evitar reacciones alérgicas a alérgenos presentes en otras comidas y es usado en muchos países como fuente de complemento proteico en individuos con sensibilidad al gluten (Wieslander & Norback, 2001).

Este pseudocereal es consumido principalmente en forma de harina, que es utilizada como base para la elaboración de pan, galletas, panqueques, los conocidos fideos de soba, entre otros; uno de los hechos más notables de este producto es el alto valor biológico de sus proteínas, las cuales tienen un potente efecto en la disminución del colesterol y grasas, mejora del estreñimiento así como disminución de incidencia de cáncer mamario y de colon al ser evaluado en hámsteres (Tomotake, Shimaoka, Kayashita, Nakajoh, & Kato, 2002).

Extractos de flores y hojas de alforfón han tenido efecto significativo en la inhibición de células tumorales (Guo, Zao & Han, 2013).

La generación de un exceso de radicales libres se considera que está asociado con una variedad de condiciones médicas tales como cáncer, enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas. La provisión de antioxidantes en la dieta para balancear el sistema de defensa del cuerpo ha sido investigada y recomendada mediante el consumo de frutas y vegetales; la miel es también una fuente nutricional de antioxidantes y en estudios realizados por Gheldof, Wang y Engeseth (2003) han encontrado que la miel de alforfón posiblemente tiene la misma capacidad reguladora y antioxidante que las frutas y verduras.

El contenido de rutina y de flavonoides totales tiene importancia sobre el efecto de las propiedades antioxidantes del alforfón, Guo, Ma, Parry, Gao, Yu y Wang (2011) encontraron que el contenido de estos compuestos varía en relación a las diferentes locaciones de cultivo, revelando una interacción entre la variedad cultivada y el ambiente, sin embargo encontraron que el contenido de estas sustancias no es afectado por las diferentes formas de procesamiento tales como el tostado o la extrusión.

Por su parte Mota y colaboradores (2016) reportan que hay disminución en el contenido de los minerales retenidos por el alforfón dependiendo de la forma de cocción. Al evaluar su retención de minerales mediante cocimiento al vapor y cocinado en agua, encontraron que aunque hay variación, el contenido mineral se mantiene en niveles mayores a los reportados para el arroz bajo las mismas formas de cocimiento, especialmente en contenido de calcio, zinc y manganeso.

Elías y Bressani (1975) determinaron el valor nutritivo del maíz amarillo, sorgo, arroz y alforfón como sustituto de la proteína de la mezcla vegetal INCAP-8, comprobando que el alforfón integral molido presentó los mejores índices de crecimiento y conversión de alimentos que otros cereales, cuando se evaluó en pollos en crecimiento.

Determinaron también que el Índice de Eficiencia Proteica (PER) del alforfón fue de 2.04, el que resultó 2.5 veces mayor que el maíz, 2 veces mayor que el trigo y significativamente mayor que la cebada y la avena.

Una de las limitantes principales del uso del alforfón como alimento animal es que ocasionalmente el grano, forraje verde o paja causan fotosensibilización de la piel en las porciones expuestas que se manifiesta como erupciones acompañadas de intenso dolor al exponer los animales a la luz. En el ganado, cuando se usa como forraje, se recomienda cortarlo cuando aparecen las primeras flores, antes que madure el grano, ya que de lo contrario contraen fagopirismo debido a la presencia de rutina.

El alforfón fue usado tradicionalmente en China para el tratamiento de la diabetes. Un estudio clínico reveló que el consumo de este grano alivia los síntomas en pacientes con diabetes tipo I y II al disminuir sus niveles de glucosa en ayunas, hemoglobina glicosilada y seroproteína glicosilada e incrementando el nivel de insulina en ayunas (Cao, Zhang & Yu, 2006).

Jing (2016) afirma que la mayoría de los usos tradicionales del alforfón en la medicina china han sido validados por modernos estudios farmacológicos, especialmente los relacionados con sus propiedades inhibitoras del desarrollo de tumores, propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, hepato protectoras, antidiabéticas, antibacteriales y reductoras de la fatiga, habiéndose identificado más de 100 compuestos incluidos flavonoides, fenoles, fagopiritoles, triterpenoides, esteroides y ácidos grasos entre otros; los cuales son considerados como los responsables de las propiedades benéficas que su consumo provee.

Wieslander (1996) indica que se ha establecido correlación entre la incidencia de ataques de asma en niños y adultos así como ocurrencia de choque anafiláctico como producto de la exposición a polvo de alforfón, el cual puede ocurrir durante la preparación del grano o bien por el uso de almohadas fabricadas con cáscara del mismo.

El fruto del alforfón es botánicamente un aquenio, este aquenio incluye en su interior una semilla la cual puede ser descascarada o no previa a su procesamiento para elaboración de harina. Los métodos usualmente empleados para la elaboración de harina son molido con rodillos de piedra o su equivalente mecánico y puede producirse tanto harina integral como harina limpia de cascara (Ikeda, 2002).

En cuanto al valor nutritivo del alforfón o trigo sarraceno, en la Tabla 3 se reportan los valores de acuerdo a la tabla estándar de composición de alimentos en Japón (Council of science and technology [CST], 2005).

Tabla 3

Composición química de la harina de alforfón por porción alimenticia de 100 g

Descripción		
Energía	Kcal	361
	KJ	1510
	Agua	13.5 g
	Proteína	12.0 g
	Lípidos	3.1 g
	Carbohidratos	69.6 g
	Cenizas	1.8 g
	Na	2 mg
	K	410 mg
	Ca	17 mg
Minerales	Mg	190 mg
	P	400 mg
	Fe	2.8 mg
	Zn	2.4 mg
	Cu	0.54 mg
	Mn	1.09 mg

Nota: Tomada de , The Council for Science and Technology, Ministry of Education, Culture, Sports, Science, and Technology, Japan - Fifth Revised and Enlarged 2005, 508pp (Japanese with English)

Aunque el uso de harinas de pseudocereales como el alforfón como ingredientes libres de gluten se ha incrementado, la disponibilidad de productos conteniendo estas harinas es todavía bastante limitado y se encuentran pocos productos, principalmente cereales y panes, aún en mercados donde el producto ya es conocido. (Alvarez-Jubete, Arendt, & Gallagher, 2010)

En años recientes ha habido un incremento en el interés por consumir productos elaborados con harina de alforfón, en particular en los campos relacionados con los alimentos orgánicos y funcionales. Tanto consumidores como procesadores industriales están en la búsqueda de productos que sean benéficos para la salud. El alforfón es un producto que contiene numerosos componentes con propiedades funcionales y cuyo consumo diario gracias a sus componentes biofuncionales son efectivos en la reducción de los efectos de algunas enfermedades crónicas (Ghiselli et al., 2013).

Es importante profundizar en la sistematización de procesos de elaboración de productos derivados del alforfón, Ikeda (2002) indica que las principales formas de consumo de este pseudocereal son productos de la harina y sémolas, mientras que Cawoy, Ledent, Kinet y Jacquemart (2009) refieren que es un pseudocereal con multi uso en el ámbito alimenticio con mejores valores nutricionales que la mayoría de cereales y que es un alimento multi funcional con alto potencial industrial.

10. OBJETIVO GENERAL

Evaluar varias modalidades de procesamiento doméstico familiar de alforfón y promover su cultivo y consumo en comunidades del departamento de Sololá mediante la implementación de huertos familiares y escolares y la evaluación de varias modalidades de procesamiento y consumo.

11. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Establecer huertos familiares y escolares para conocer la aceptación del cultivo por parte de agricultores del departamento de Sololá.
2. Determinar la combinación de tiempo de tostado y forma de molienda de grano que tiene los mejores parámetros nutricionales.
3. Evaluar cual combinación de tiempo de tostado y forma de molienda tiene mejor aceptación de consumo.
4. Evaluar la aceptación de los alumnos en escuelas con huertos escolares al consumo de alforfón como alimento funcional en presentación de barras nutritivas y galletas.

12. MATERIALES Y MÉTODOS

12.1. Tipo de Investigación

El enfoque del proyecto de investigación es cuantitativo. Las variables evaluadas fueron:

Cualitativa: Conocimiento de la aceptación del cultivo en forma descriptiva haciendo recopilación de datos mediante una encuesta a todos los participantes.

Cuantitativa: Comparación de la calidad nutricional de harina integral producida mediante proceso doméstico familiar mediante diferentes modalidades de tostado del grano y de molienda.

Cuantitativa: Preferencia por una de las modalidades de harina integral producida mediante diferentes combinaciones de tiempo de tostado del grano y tipo de molienda.

Cuantitativa: Preferencia por una de las modalidades de consumo escolar, galletas o barras nutritivas.

12.2. Técnicas e instrumentos

12.3.1. Metodología

- a) Establecimiento de la aceptación del cultivo: Requirió una fase de campo consistente en el establecimiento de huertos familiares y escolares y procesos de capacitación en el cultivo y consumo del alforfón, se realizó mediante actividades presenciales en las comunidades.
- b) Evaluación de la afectación de la calidad de harina: Se realizó un diseño experimental con seis tratamientos producto de la combinación de tres tiempos de tostado en comal y dos tipos de molienda. Se hicieron dos repeticiones. La harina obtenida en de cada tratamiento se sometió a análisis químico proximal en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- c) Evaluación de aceptación de consumo de modalidades de harina: Se midió mediante prueba hedónica de preferencia por panqueques elaborados con las harinas producto de combinación de tiempos de tostado y modalidad de molienda.
- d) Evaluación de aceptación de consumo de modalidades refacción escolar: Prueba hedónica de preferencia por galleta y barra nutritiva elaborados con alforfón.

12.3.2. Técnicas

- a) Establecimiento de la aceptación del cultivo: Se utilizó la percepción de los investigadores y la recolección de datos cualitativos mediante encuesta a todos los participantes en el proceso de huertos familiares.
- b) Evaluación de la afectación de la calidad de harina: Se realizó análisis químico proximal a una libra de harina producto de la combinación de tiempo de tostado en comal y tipo de molienda. Se compararon las medias de los parámetros evaluados.
- c) Evaluación de aceptación de consumo de modalidades de harina: Se realizó prueba de degustación de panqueques elaborados con harina de alforfón producto de la combinación de diferentes tiempos de tostado en comal y tipos de molienda. Los participantes fueron las familias con huerto familiar. Se estableció la preferencia por alguna de ellas mediante prueba de Friedman y prueba de Kramer para determinar orden de preferencia.

d) Evaluación de aceptación de consumo de modalidades refacción escolar: Se realizó prueba de degustación de galleta y barra nutritiva elaborados con alforfón. Los participantes fueron los alumnos de las escuelas con huerto escolar. Se estableció la preferencia por alguna mediante prueba de Friedman y prueba de Kramer para determinar orden de preferencia.

Instrumentos empleados: Los instrumentos empleados fueron encuestas para determinar aceptación del cultivo, con preguntas de tipo cualitativo tendientes a establecer la opinión de los agricultores participantes sobre el cultivo y su interés por continuar cultivándolo y consumiéndolo. La encuesta fue realizada a los 52 los agricultores que implementaron huertos familiares de alforfón.

También se consultó a los agricultores y estudiantes sobre su opinión en relación a su preferencia en consumo de productos elaborados con harina de alforfón mediante boletas de evaluación de orden de preferencia de modalidad de consumo.

Para la elaboración de harina se emplearon utensilios considerados de tecnología apropiada como comal de barro para tostado del grano, mortero de piedra, molino manual.

12.3.3. Recolección de datos

a) Establecimiento de la aceptación del cultivo:

La población estuvo constituida por 52 productores inmersos en la agricultura familiar y sus familias y por cinco escuelas rurales en comunidades del departamento de Sololá.

Se establecieron 52 huertos familiares con alforfón con un área de 50 m² y cinco huertos escolares con un área de 100 m². El número de productores y escuelas fue a conveniencia, aunque al inicio se planificaron solo 15 huertos familiares, el interés despertado por la investigación permitió la implementación de 52 huertos.

Los criterios que debían reunir los agricultores seleccionados para el establecimiento de huertos familiares fue: Ser productores de subsistencia y contar con al menos 50 m² de terreno para la siembra del alforfón.

Los municipios donde se realizó la investigación se eligieron de acuerdo a las estadísticas oficiales del Instituto Nacional de Estadística (INE), considerando aquellas que presentan altos

índices de riesgo nutricional y otro factor fue la ubicación geográfica entre ellas de manera que pudieran atenderse al mismo tiempo con los recursos disponibles.

Este proceso involucró:

- Acercamiento a productores y maestros de las comunidades para acordar participación en el proyecto.
- Capacitaciones a familias con huertos familiares en las cuales se capacitó en aspectos nutricionales, beneficios del alforfón y manejo agronómico del mismo y una vez validada la mejor combinación de tostado-molienda, capacitación en producción de harina integral de alforfón y su consumo.
- Capacitaciones a estudiantes de escuelas con huerto escolar en los cuales se capacitó en aspectos nutricionales, beneficios del alforfón y manejo agronómico del mismo y una vez validada la mejor combinación de tostado-molienda, capacitación en producción de harina integral de alforfón y su consumo.

Se entregaron manuales impresos con financiamiento Digi (año 2016) de Manejo agronómico del cultivo de alforfón bajo las condiciones de Guatemala.

b) Evaluación de la afectación de la calidad de harina:

Se elaboró una libra de harina para cada uno de los siete tratamientos y dos repeticiones (12 muestras de una libra) las cuales se llevaron al laboratorio de bromatología de la Facultad de Veterinaria de la USAC obteniéndose resultados para los siguientes parámetros: %agua, %materia seca total, %extracto etéreo, %fibra cruda, %proteína cruda y %cenizas.

Los tratamientos evaluados fueron:

T1	Grano tostado en comal 10 min y molienda en molino manual
T2	Grano tostado en comal 20 min y molienda en molino manual
T3	Grano tostado en comal 30 min y molienda en molino manual
T4	Grano tostado en comal 10 min y molienda en mortero de piedra
T5	Grano tostado en comal 20 min y molienda en mortero de piedra
T6	Grano tostado en comal 30 min y molienda en mortero de piedra

c) Evaluación de aceptación de consumo de modalidades de harina:

Se elaboraron panqueques con cada modalidad de harina producto del tiempo de tostado y tipo de molienda y se sometieron a prueba de preferencia de consumo por parte de los miembros de las familias con huertos familiares.

Los participantes respondieron mediante una boleta en la cual otorgaron un orden de preferencia en una escala de uno a seis, donde uno era el que más les gusto y seis el que menos les agrado.

d) Evaluación de aceptación de consumo de modalidades refacción escolar:

Se elaboraron galletas de harina de alforfón y barras nutritiva de alforfón y se sometieron a prueba de preferencia de consumo por parte de los alumnos de las escuelas con huertos.

Los participantes respondieron mediante una boleta en la cual otorgaron un orden de preferencia en una escala de uno a dos, donde uno era el que más les gusto y dos el que menos les agrado.

12.3.4. Muestreo

No se realizó muestreo, las encuestas y pruebas hedónicas fueron realizadas a los 52 agricultores que establecieron huertos y a los 131 alumnos participantes en huertos escolares.

12.4. Operacionalización de las variables

Las variables y su forma de análisis se presentan en la tabla 4.

Tabla 4

Operacionalización de las variables de la investigación

Objetivos específicos	Variables	Técnicas	Instrumentos	Medición o cualificación
Establecer huertos familiares y escolares para conocer la aceptación del cultivo por parte de agricultores del departamento de Sololá.	Respuestas encuesta a agricultores	Encuestas Percepción de investigadores Talleres	Boletas de encuesta Computadora Proyector Pizarrón Manuales de cultivo de alforfón.	Respuestas de la encuesta tabuladas. Narración de apropiación del cultivo basada en percepción de investigadores.
Determinar la combinación de tiempo de tostado y forma de molienda de grano que tiene los mejores parámetros nutricionales.	% agua, % materia seca total, % extracto etéreo, % fibra cruda, % proteína cruda y % cenizas	Análisis bromatológico.	Instrumentos de laboratorio	Valores de cada parámetro reportados por el laboratorio de análisis.
Evaluar cuál combinación de tiempo de tostado y forma de molienda de grano tiene mejor aceptación de consumo	Preferencia de una modalidad de consumo	Degustación de las seis combinaciones de tiempo de tostado y tipo de molienda	Boleta para indicar orden de preferencia	Agrado o desagrado con cada modalidad de presentación según la escala de valoración propuesta.
Evaluar la aceptación de los alumnos en escuelas con huertos escolares al consumo de alforfón como alimento funcional en presentación de barras nutritivas y galletas.	Preferencia de una modalidad de consumo	Degustación de las dos alternativas de consumo (galleta o barra nutritiva)	Boleta para indicar orden de preferencia	Agrado o desagrado con cada modalidad de presentación según la escala de valoración propuesta.

12.5. Procesamiento y análisis de la información

Investigación cuantitativa:

1. Evaluación de tres tiempos de tostado del grano y dos tipos de molienda para elaboración de harina integral. Se utilizó un experimento factorial con diseño completamente al azar con siete tratamientos (ab tratamientos) y dos repeticiones. Cada combinación “ab” de tostado-molienda produjo una muestra de harina integral de alforfón de una libra la que fue analizada mediante análisis químico proximal para determinar sus valores nutricionales.

Los parámetros evaluados en el análisis químico proximal fueron: %agua, %materia seca total, %extracto etéreo, %fibra cruda, %proteína cruda y %cenizas.

Estos parámetros se compararon mediante análisis de varianza con un nivel de significancia del .05 y cuando hubo diferencias significativas en el análisis de varianza se compararon las medias mediante el método de Mínima Diferencia Significativa, con una significancia de .05.

Investigación cualitativa:

2. Establecimiento de la aceptación del cultivo: Se recolectó información mediante el llenado de encuesta básica con preguntas de opinión sobre el cultivo, su consumo, las intenciones de continuar cultivándolo, consumirlo o venderlo. Además se recurrió a la percepción de los investigadores a lo largo del desarrollo del proceso de investigación. Se pasaron 52 encuestas a todos los agricultores que implementaron huertos familiares participantes. Los resultados fueron tabulados y se presentan en la Tabla 14.

3. Evaluación de la preferencia de consumo de harina integral de grano tostado en comal y molido manualmente. Las combinaciones de tiempo de tostado en comal y de molienda en mortero de piedra y molino manual fueron evaluadas mediante análisis sensorial a través de la evaluación de una variable ordinal en una escala tipo Licckert (hedónica) con escala de orden de preferencia de uno a seis a los agricultores que participaron en la siembra de los huertos familiares de alforfón. Cada degustador se constituyó en un bloque. Los datos obtenidos fueron analizados mediante la prueba de Friedman con valor de significancia del .05 y mediante prueba de Kramer a los resultados obtenidos con el fin de determinar el orden de preferencia.

4. Evaluación de la preferencia de consumo de galleta versus barra nutritiva. Las galletas con harina de alforfón y barras nutritivas de grano de alforfón fueron evaluadas mediante análisis sensorial a través de la evaluación de una variable ordinal en una escala tipo Licckert (hedónica) con escala de orden de preferencia a los miembros de las escuelas rurales que participaron en la siembra de los huertos escolares de alforfón.

Cada degustador se constituyó en un bloque. Los datos obtenidos fueron analizados mediante la prueba de Friedman con valor de significancia del .05 y mediante prueba de Kramer a los resultados obtenidos con el fin de determinar el orden de preferencia.

13. VINCULACIÓN, DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN

El proyecto en sí, consistió en la difusión y vinculación de la investigación pues se contactaron y se implementaron 52 huertos familiares con igual número de agricultores, algunos miembros de asociaciones comunitarias, esto propicio establecer vínculos que permitan la promoción del alforfón como una alternativa de combate a la desnutrición crónica.

Además se tuvo vinculación con dos estudiantes de la Facultad de Agronomía que estaban realizando su Ejercicio Profesional Supervisado en la zona, ellos apoyaron en la promoción del cultivo y facilitaron el acercamiento a los agricultores, además de incorporar la actividad dentro de su plan de servicios prestados a la comunidad.

Se realizaron gestiones exitosas para interesar al periódico Nuestro Diario, el de mayor circulación a nivel nacional, en el cual se publicó un artículo de una página completa sobre el cultivo y el proceso de investigación, dándose los créditos correspondientes a la Dirección General de Investigación.

Se realizó una entrevista de Radio en el Programa Ciencia y Sociedad, en Radio Universidad, abordándose la temática del aporte del alforfón a la búsqueda de alternativas para la lucha contra la desnutrición y la mejora de la salud de los habitantes inmersos en la agricultura de subsistencia, lo cual contribuyó positivamente a la promoción del cultivo.

Se tuvo vinculación con la Ingeniera Frances Recarí, de la Universidad del Valle de Guatemala a quien se proveyó de semilla para pruebas de elaboración de harina.

14. RESULTADOS

14.1. Resultados por objetivo

14.1.1. Establecer huertos familiares y escolares para conocer la aceptación del cultivo por parte de agricultores del departamento de Sololá.

Se sembraron 52 huertos familiares y tres huertos escolares en los municipios de Santa Clara La Laguna, Santa Lucía Utatlán y San Andrés Semetabaj.

Las fechas de siembra no fueron homogéneas, pues al inicio se establecieron 20 huertos pero el interés generado por estas primeras parcelas, además del apoyo brindado al equipo de investigación por dos estudiantes de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía Sede San Marcos, permitió que se fueran estableciendo más huertos hasta alcanzar el número reportado; sembrándose los últimos huertos a mitad del mes de julio de 2018.

Para el proceso de inducción al cultivo, se realizaron dos capacitaciones a los participantes en los cuales se les informó sobre los beneficios nutricionales y funcionales (benéficos a la salud) que el alforfón posee. Además se les presentó la forma de manejo agronómico del cultivo y finalmente las modalidades de consumo más fáciles de preparar con los recursos comúnmente disponibles en el ámbito rural guatemalteco. Se hizo entrega de 200 manuales de manejo del cultivo.

Una vez cosechado el grano en los huertos establecidos, se realizó una encuesta básica con ocho preguntas a los 52 agricultores participantes, obteniéndose para cada pregunta lo siguiente:

A la pregunta uno, referente a si habían escuchado o tenían conocimiento previo del cultivo de alforfón, los 52 agricultores que sembraron huertos manifestaron que no habían escuchado del cultivo.

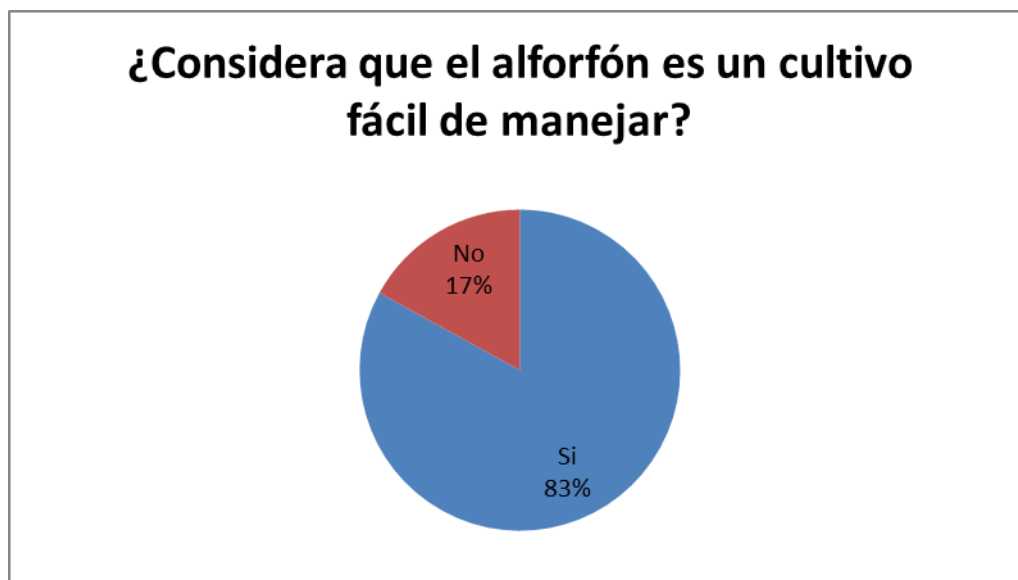


Figura 7. Resultados tabulados de respuesta a la pregunta 2 de la encuesta

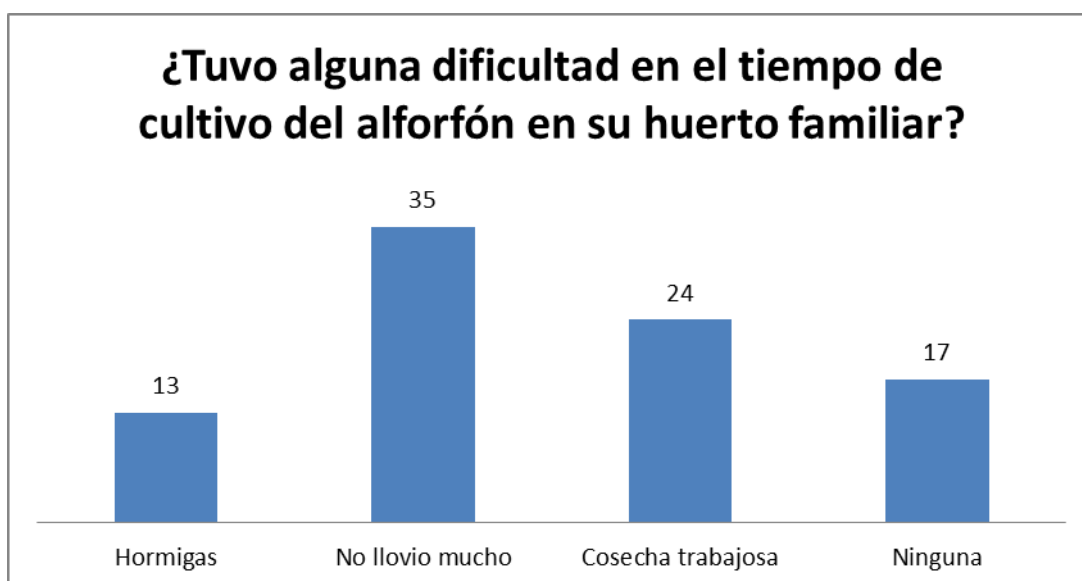


Figura 8. Resultados tabulados de respuesta a la pregunta 3 de la encuesta

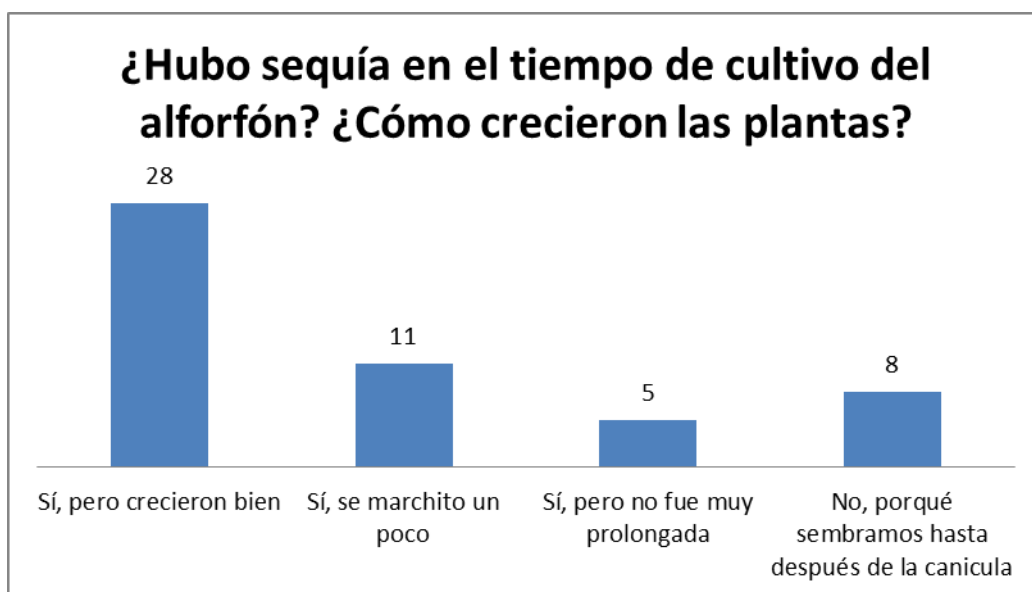


Figura 9. Resultados tabulados de respuesta a la pregunta 4 de la encuesta

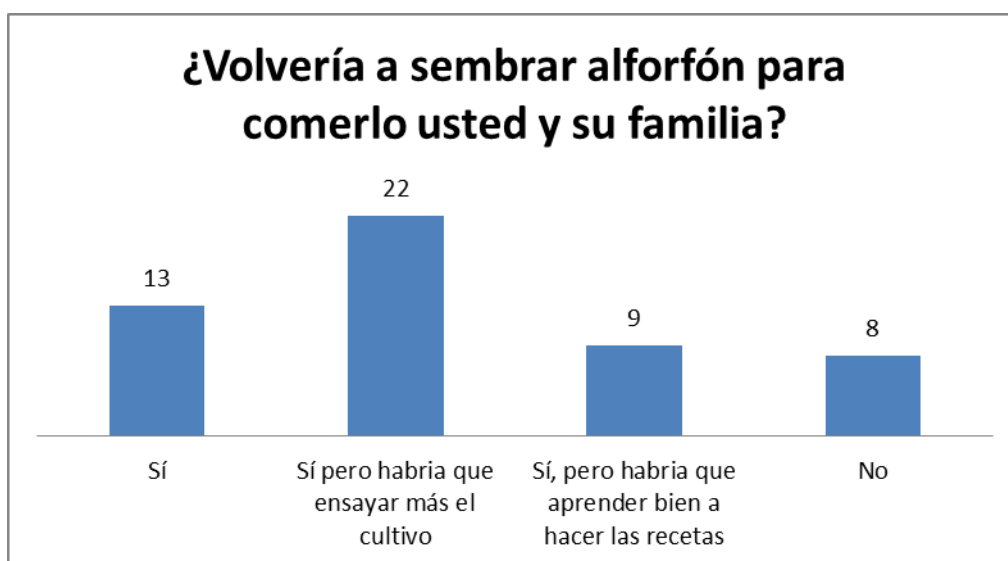


Figura 10. Resultados tabulados de respuesta a la pregunta 5 de la encuesta

A la pregunta 6, referente a si volverían a sembrar y producir alforfón, si hubiera un mercado disponible; los 52 agricultores manifestaron que si hubiera alguien a quien venderle el producto, lo sembrarían.

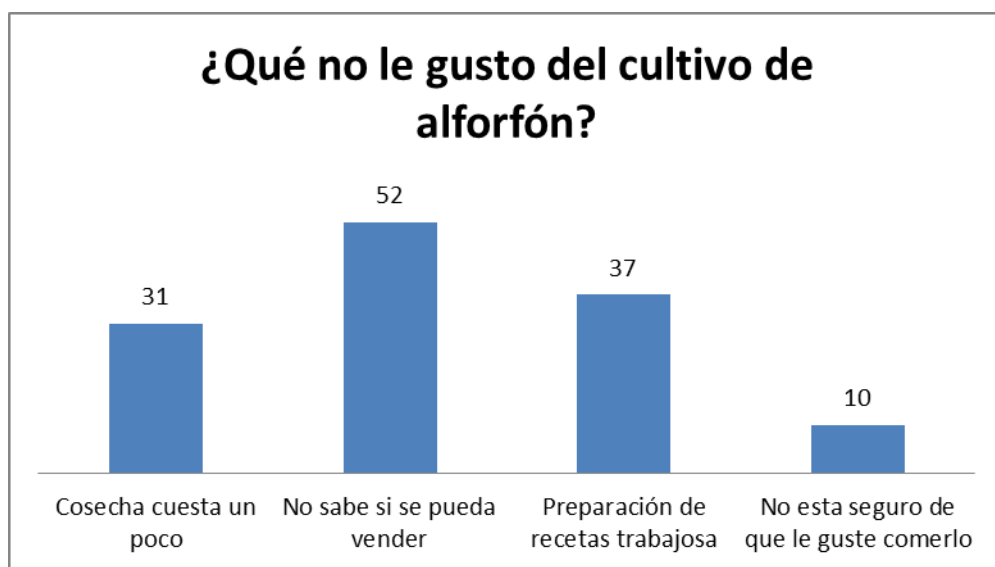


Figura 11. Resultados tabulados de respuesta a la pregunta 7 de la encuesta

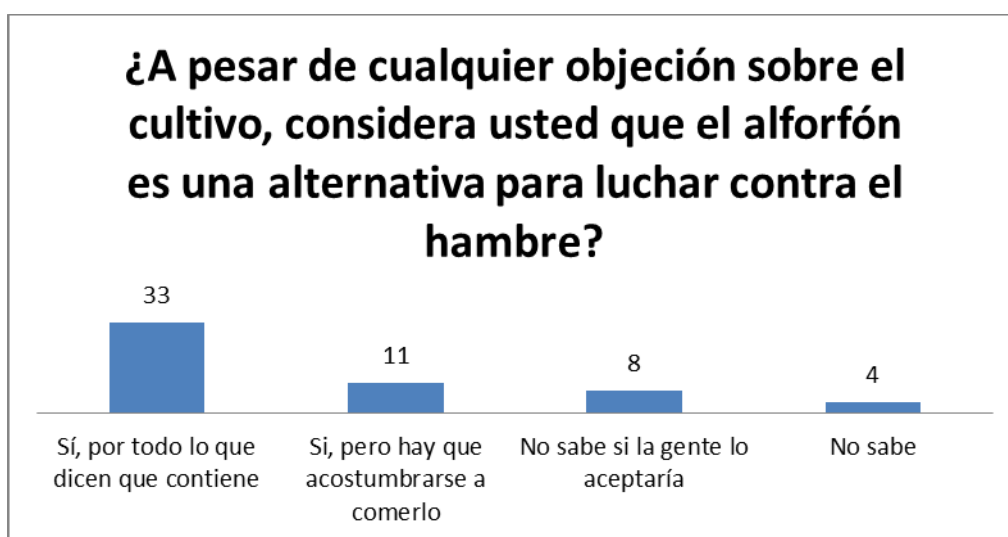


Figura 12. Resultados tabulados de respuesta a la pregunta 8 de la encuesta

14.1.2. Determinar la combinación de tiempo de tostado y forma de molienda de grano que tiene los mejores parámetros nutricionales.

Se enviaron muestras de harina de alforfón producto de tres tiempos de tostado en comal (10, 20 y 30 min) y dos modalidades de molienda (molino manual y mortero de piedra) al laboratorio de bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de San Carlos.

Los resultados de reportados por el laboratorio se presentan en la Tabla 5

Tabla 5

Resultados de análisis bromatológico a muestras de harina de alforfón

TRAT.	AGUA %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEÍNA %	CENIZAS %	EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO
	$\bar{y} + \sigma$	$\bar{y} + \sigma$	$\bar{y} + \sigma$	$\bar{y} + \sigma$	$\bar{y} + \sigma$	$\bar{y} + \sigma$	$\bar{y} + \sigma$
T1	10.54 + 0.62	89.46 + 0.62	3.50 + 1.92	5.50 + 0.57	16.06 + 2.09	2.76 + 0.01	72.2 + 3.44
T2	8.41 + 0.34	91.59 + 0.34	2.56 + 0.12	6.98 + 0.83	15.8 + 1.68	2.96 + 0.24	71.7 + 2.87
T3	5.16 + 0.69	94.835 + 0.70	2.44 + 0.16	6.51 + 1.42	18.96 + 2.53	3.26 + 0.23	68.84 + 3.87
T4	11.07 + 0.40	88.93 + 0.40	1.96 + 0.57	4.02 + 0.67	15.85 + 7.10	2.475 + 0.47	75.71 + 8.80
T5	8.97 + 0.86	91.03 + 0.86	2.42 + 0.08	7.70 + 3.80	16.52 + 1.66	2.99 + 0.06	70.40 + 2.11
T6	8.22 + 0.24	91.78 + 0.24	1.99 + 0.59	7.33 + 3.03	17.25 + 1.14	3.27 + 0.02	70.18 + 3.60
T7	13.92	86.09	1.69	3.60	11.51	2.18	81.02

T1: Tostado 10 min en comal y molino manual, T2: Tostado 20 min en comal y molino manual, T3: Tostado 30 min en comal y molino manual, T4: Tostado 10 min comal y molido en mortero, T5: Tostado 20 min en comal y molido en mortero, T6: Tostado 30 min en comal y molido en mortero, T7: Sin tostar y molino eléctrico (control)

Los resultados de cada parámetro obtenidos en el análisis bromatológico fueron evaluados mediante análisis de varianza factorial ($\alpha = .05$) obteniéndose lo presentado en las Tablas 6 a la 11 que se pueden consultar en el apéndice 1.

Después de realizados los análisis de varianza, se determinó que dos parámetros de los evaluados presentaron significancia al ser su F calculada superior a la F de la tabla por lo que se procedió a realizar comparación de medias mediante el Método de Mínima diferencia significativa (MDS) con significancia de .05 obteniéndose los resultados presentados en las Tablas 12 y 13 en apéndice 1.

14.1.3. Evaluar cual combinación de tiempo de tostado y forma de molienda tiene mejor aceptación de consumo.

La prueba de orden de preferencia para las seis modalidades de harina de alforfón producto de tres tiempos de tostado y dos formas de molienda, se evaluaron mediante la elaboración de panqueques preparados con dicha harina y mediante boletas los 52 agricultores que sembraron huertos del cultivo, respondieron dando una valoración de uno a seis a cada modalidad de panqueque consumido en la prueba. Se presentan lo obtenido en la Tabla 14 ubicada en el apéndice 1.

Al obtener como resultado que había un orden de preferencia entre los diferentes tratamientos, se realizó la prueba de Kramer con significancia de .05 obteniéndose lo reportado en la Tabla 15 en apéndice 1.

14.1.4. Evaluar la aceptación de los alumnos en escuelas con huertos escolares al consumo de alforfón como alimento funcional en presentación de barras nutritivas y galletas.

La prueba de orden de preferencia para las dos modalidades de refacción escolar, galletas elaboradas con harina de alforfón y barras nutritivas de grano de alforfón se evaluó mediante boletas; 131 estudiantes que sembraron huertos escolares del cultivo, respondieron dando una valoración de uno a dos a cada modalidad consumida en la prueba. Se presentan lo obtenido en la Tabla 16 ubicada en el apéndice 1.

Al obtener como resultado que había un orden de preferencia entre las dos modalidades de consumo, se realizó la prueba de Kramer con significancia de .05 obteniéndose lo reportado en la Tabla 17 en apéndice 1.

15. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

15.1. Análisis y discusión por objetivo

15.1.1. Establecer huertos familiares y escolares para conocer la aceptación del cultivo por parte de agricultores del departamento de Sololá.

El cultivo generó interés por parte de los agricultores y estudiantes que participaron en la implementación de los huertos, los factores que despertaron dicho interés fueron variados, desde el valor nutricional y beneficios a la salud que el alforfón brinda; hasta la posibilidad de convertirlo en un producto comercializable o bien su uso en la refacción escolar en las escuelas.

Los agricultores que sembraron huertos familiares y huertos escolares, llegaron a término del ciclo de cultivo, es decir se obtuvo cosecha de grano de alforfón.

Para conocer la opinión de los participantes en el proyecto, se llenaron encuestas básicas con algunas preguntas fundamentales sobre el proceso realizado, obteniéndose que al inicio del proyecto de investigación, ninguno conocía el cultivo. Esto es entendible debido a que es una planta cultivable de reciente introducción al país y que no es consumido por la población. Este mismo desconocimiento del alforfón y su consumo fue también lo que generó interés en los participantes en la siembra del cultivo y en la posibilidad de consumirlo.

Uno de los nombres comunes del alforfón, -trigo negro- al inicio hizo creer a los participantes que era alguna variedad de trigo, interpretando que la harina integral (que generalmente es más oscura) podría provenir del trigo negro. Sin embargo una vez hechas las presentaciones en los procesos de capacitación y que se les mostró la semilla, se pudo evidenciar que era totalmente nuevo para ellos.

El 83% de los agricultores que sembraron huertos de alforfón consideraron que es un cultivo fácil de manejar, un 17% consideró que no era complicado pero que por ser la primera vez que lo sembraban, sentían inseguridad en el manejo del mismo.

Los principales problemas que a su propio criterio los agricultores identificaron mediante las encuestas que llenaron al finalizar el ciclo de cultivo, fueron en orden de importancia; las pocas lluvias, las hormigas, la cosecha trabajosa y zompopos que afectan al cultivo cuando está recién germinado. Aunque el régimen de lluvias fue inestable, pues hubieron periodos de hasta 20 días

sin lluvia, el cultivo no se secó y desarrollo adecuadamente, sin embargo, mediante la información recabada en las encuestas y la apreciación de los investigadores, se considera que los agricultores lo identifican como un problema principalmente porque quienes se integraron a la actividad de siembra de huertos cerca de la canícula, decidieron esperar hasta después de la misma para efectuar la siembra, siendo esta la razón de considerar la ausencia de lluvia como un problema. La cosecha del alforfón es manual y se realiza generalmente ya sea cortando la planta y dejándola secar colgada de alambres o bien desgranando en el campo, al ser esta última forma de cosecha la empleada por los agricultores, les pareció trabajosa pues implica ir de planta en planta arrancando los racimos de grano. En extensiones mayores será recomendable cortar las plantas y secarlas para después obtener el grano por aporreo.

La problemática identificada en el manejo del cultivo relacionada con la ausencia de lluvia en algunos periodos del ciclo de cultivo, se relaciona con la siguiente pregunta, relacionada con la ocurrencia de sequía y como se comportó el cultivo. El 53% de los agricultores respondieron que aunque ocurrió sequía, el cultivo creció bien, lo cual les permitió corroborar la resistencia a sequías que el cultivo posee. Esto concuerda con los registros de precipitación para la zona reportados por la estación del Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) que en la temporada de cultivo de junio a septiembre de 2018 registró 288 mm de lluvia acumulada, cantidad mucho menor a los 671 mm reportados en el año 2017 y 476 mm reportados en 2016 (INSIVUMEH, 2018).

Al preguntárseles sobre la posibilidad de seguir sembrando alforfón para consumo familiar, el 85% respondió que sí, aunque con algunas condicionantes, un 42% consideró que tendrían que aprender más sobre el cultivo para sentirse seguros de sembrarlo en extensiones de terreno mayores y un 17% consideró que también tendrían que aprender a prepararlo adecuadamente para consumirlo.

Sin embargo, los 52 agricultores participantes estarían interesados en sembrarlo para comercializarlo si el mismo tuviera un precio y mercado apropiados. Identificaron como principales preocupaciones el no saber si podría venderse, además de lo ya mencionado en relación a la cosecha trabajosa y la necesidad de saber prepararlo para comerlo.

Finalmente, al preguntárseles si a pesar de cualquier objeción sobre el cultivo, considerarían que el alforfón es una alternativa para luchar contra el hambre; el 63% respondió afirmativamente debido a todos los beneficios nutricionales que tiene, mientras que el 21% agregó que hay que acostumbrarse a comerlo.

Es la percepción del equipo de investigación, basados en las respuestas de la encuesta y en las observaciones a lo largo del proceso de manejo de los huertos, que el cultivo de alforfón generó interés y expectativas entre los participantes en la actividad, especialmente siendo este el primer esfuerzo de difundirlo entre agricultores inmersos en la agricultura de subsistencia.

Las personas pudieron corroborar las características de manejo del cultivo, especialmente su resistencia a sequía y su facilidad de manejo, pues no requirió ser fertilizado y una vez superada la fase de emergencia del cultivo, las hormigas y zompopos ya no le afectaron, no habiendo alguna otra plaga o enfermedad que requiriera alguna acción. Además una vez lo consumieron en las diferentes preparaciones que se les presentaron, se tuvo una respuesta positiva.

Además se pudo percibir un interés importante en la siembra del cultivo con fines de comercializarlo, afirmaron los agricultores que si hubiera un mercado y precios atractivos, estarían muy deseosos de cultivarlo.

15.1.2. Determinar la combinación de tiempo de tostado y forma de molienda de grano que tiene los mejores parámetros nutricionales.

Materia Seca Total (%)

Hubo diferencias significativas entre las medias del parámetro de Materia Seca Total para ambos factores evaluados, el tiempo de tostado de grano $p= 52.02 \alpha=.05$; y la forma de molienda $p= 17.61 \alpha=.05$ de acuerdo al análisis de varianza factorial y al realizar la prueba de medias se pudo corroborar que los tratamientos tres (tostado en comal 30 min y molino manual) y seis (tostado en comal durante 30 minutos y molienda en mortero) presentan mayores valores en este parámetro, 94.83 y 91.78% respectivamente.

Lo anterior es consecuencia del mayor tiempo de tostado, ya que se eliminó mayor cantidad de agua de la muestra de harina y por lo tanto la materia seca total es mayor. Los tratamientos 2 y 5

en los cuales el tostado fue de 20 minutos les siguieron en orden de importancia y finalmente los tratamientos 1 y 4 tuvieron los valores menores en este parámetro.

El contenido de materia seca total se ve afectado por el tiempo de tostado, sin embargo nutricionalmente esta afectación no tiene efecto sobre la calidad de la harina, pues el contenido de materia seca solo refleja la disminución en el contenido de humedad del grano tostado.

Extracto Etéreo (%)

El contenido de grasas el cual se interpreta a partir del extracto etéreo no presentó diferencias significativas entre las muestras de los siete tratamientos analizadas, los valores reportados estuvieron en el rango de 1.69 hasta 4.85%, los cuales son valores similares a los obtenidos en los análisis realizados a muestras de grano de alforfón cosechadas en fases previas de este proyecto; que fue de 1.12% en 2015, 2.13% en 2016 y 2.21% en 2017 (Castañeda & Monterroso, 2017). El contenido de lípidos, de acuerdo al análisis estadístico, no es afectado por el tiempo de tostado o la forma de molienda para elaborar harina.

Fibra Cruda (%)

El contenido de fibra cruda o fibra no digerible, no reportó diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, los valores oscilaron en el rango de 3.6 a 10.38%, los cuales están dentro del rango aceptable de este parámetro para alimentos humanos.

Proteína (%)

El contenido de proteína en las diferentes muestras de harina elaboradas a partir de los tres tiempos de tostado en comal y dos formas de molienda, no reportó diferencias significativas, los valores fluctuaron en el rango de 10.83 a 20.75, valores en el rango de lo esperado para el alforfón.

El contenido proteico no se ve afectado por el tiempo de tostado o por la forma de elaboración de la harina, de acuerdo a lo reportado por Tian y colaboradores (2018) el contenido proteico se ve afectado por la temperatura en la fase de cultivo del grano en cereales como el trigo, por lo que puede inferirse que podría ocurrir lo mismo en el alforfón.

La proteína del alforfón es de baja digestibilidad debido a factores anti-nutricionales presentes, incluyendo inhibidores de la proteasa y taninos que son resistentes a la degradación por calor, sin embargo esta característica de proteína resistente es la que la hace tan efectiva en la reducción del colesterol en la sangre (Tomotake et al., 2000).

Cenizas (%)

El contenido de cenizas, el cual indica el porcentaje de contenido mineral del grano, estuvo en el rango de 2.14 a 3.42%, porcentajes esperados para muestras vegetales. En el análisis de varianza de los valores reportados para este parámetro, se obtuvo diferencias significativas para el factor denominado forma de molienda del grano $p=7.47$ $\alpha=.05$, los tratamientos tres y seis que son aquellos en los cuales las semillas se sometieron a un tiempo de tostado más prolongado (30 min) fueron los que tuvieron las medias más altas y aunque *a priori* podría asumirse que contienen mayor contenido mineral, debe corroborarse con mayor evidencia. Se considera que aunque el tiempo de tostado no afectó el contenido de ceniza, debido a que al tostarse más el grano, la cascara se hacía más quebradiza; ésta fue molida en mayor grado en las muestras con mayor tiempo sometidas a calor, esto hizo que la harina de los tratamientos tres y seis, siendo este último el que incorporó mayor cantidad de cascara del grano y eso pudo incrementar el aporte mineral a la misma; lo anterior reforzado por lo reportado por Dziadek y colaboradores (2016) quienes indican que las cascara de grano de alforfón tienen un contenido mineral de 2.06%.

Extracto Libre de Nitrógeno (%)

Los carbohidratos solubles, los cuales oscilaron en el rango de 66.10 a 81.93%, sin embargo al realizar el análisis de varianza de las medias de los diferentes tratamientos evaluados, no se obtuvieron diferencias significativas.

Los valores obtenidos están en el rango de los esperados para el alforfón y mayores a los reportados en análisis químico proximales realizados en los años 2015 a 2017 en fases previas de investigación del alforfón en Guatemala, las cuales fueron de 64.17, 63.04 y 64.53% respectivamente (Castañeda & Monterroso, 2017).

En general, el tiempo de tostado del grano de alforfón y la molienda del mismo, solo tuvo efecto sobre el valor de materia seca total y sobre el contenido de ceniza. El valor proteico del alforfón como alimento, así como su contenido de lípidos y de carbohidratos no fue afectado por el tiempo empleado en su tostado en comal, aunque si en el contenido de minerales, el que aumentó debido el aporte de la cascara en la harina con tiempo de tostado de 30 min el cual es afectado por el tipo de molienda.

15.1.3. Evaluar cual combinación de tiempo de tostado y forma de molienda tiene mejor aceptación de consumo.

La evaluación de la preferencia de harina de alforfón mediante prueba hedónica, en función del tiempo de tostado (10, 20 ó 30 min) y del tipo de molienda (molino manual o mortero de piedra) reportó diferencias significativas al realizar la prueba de Friedman $p=176.92$ $\alpha=.05$, lo cual significó que al menos uno de los tratamientos evaluados era preferido sobre los demás.

Después de realizada la prueba de Kramer se determinó que el tratamiento dos, correspondiente a los panqueques elaborados con harina de alforfón producto del tostado de grano durante 20 min y molida en molino manual, fue preferida sobre los otros cinco tratamientos.

La harina de los tratamientos uno y cinco fueron preferidas sobre los tratamientos tres y seis, la del tratamiento cuatro sobre el tratamiento seis y las de los tratamientos tres y seis no fueron preferidas sobre ninguno de los otros tratamientos.

La harina de grano tostado en comal durante 20 minutos y molida en molino manual es la preferida por los participantes en la prueba, se considera que esta combinación es la que brinda el mejor sabor del producto del tiempo de tostado y la mejor consistencia producto de la molienda realizada.

El tratamiento cinco que también tuvo el mismo tiempo de tostado (20 min) fue preferida sobre otras modalidades pero no sobre la totalidad de los tratamientos, esto se debe a criterio del equipo de investigación, a que la molienda en mortero de piedra tiende a dejar mayor contenido de cascara en la harina y que la consistencia y sabor del producto se ven afectados.

Los tratamientos tres y seis, que son aquellos con harina elaborada con 30 min de tostado, no fueron preferidos sobre ningún tratamiento, al parecer el tostado durante mayor tiempo afecta el sabor, pues es perceptible que aun el olor de la harina es más fuerte (tostado o quemado).

En general, la forma de elaboración de harina de alforfón mediante una metodología de procesamiento con tecnología apropiada (disponible para los agricultores del grupo objetivo) es la producida al tostar el grano de alforfón durante 20 min en un comal de barro y luego molida usando un molino manual para granos, ya que produce la mejor combinación de sabor a criterio de los agricultores evaluadores participantes en la prueba.

15.1.4. Evaluar la aceptación de los alumnos en escuelas con huertos escolares al consumo de alforfón como alimento funcional en presentación de barras nutritivas y galletas.

La evaluación de la preferencia de dos modalidades de consumo de alforfón, galletas contra barras nutritivas de alforfón elaboradas con grano de alforfón y miel de abeja, reportó diferencias significativas al realizar la prueba de Friedman $p=84.16$ $\alpha=.05$, lo cual significó que uno de los tratamientos evaluados era preferido sobre el otro.

Una vez realizada la prueba de Kramer se determinó que el tratamiento uno, correspondiente a las galletas elaboradas con harina de alforfón fue preferido por los estudiantes participantes en la prueba.

A los estudiantes les agradó mucho el sabor de las galletas, además afirmaron que les gustaba la posibilidad de que se pudiera incluir en su refacción escolar, esta preferencia fue tan marcada que solo 12 de 131 participantes, no eligieron la galleta elaborada con harina de alforfón como su modalidad preferida.

La galleta escolar elaborada con harina de alforfón, la cual podría ser producida con grano producido en los huertos escolares, es una alternativa con buen potencial para proveer a los estudiantes del sistema de educación pública en las zonas rurales; de alimento con alto contenido proteico, con beneficios funcionales y con facilidad de producción debido a la escasa demanda de manejo agronómico durante el ciclo de producción del cultivo.

16. CONCLUSIONES

16.1. El ciclo de cultivo del alforfón fue culminado con éxito por los participantes en la implementación de huertos familiares y escolares.

16.2. El alforfón, sí se continúa promocionando en el medio rural, especialmente entre familias de agricultores de subsistencia, podría ser adoptado en la dieta de los mismos. Esto requiere capacitaciones en manejo del cultivo, pero primordialmente en formas de procesamiento y preparación del alforfón como alimento.

16.3. El procesamiento del alforfón para la elaboración de harina mediante diferentes tiempos de tostado del grano en comal (10, 20 y 30 min) y dos formas de molienda (molino manual y mortero), no afectó los parámetros de contenido de lípidos, proteína y extracto libre de nitrógeno; aunque sí el contenido de materia seca total y el contenido de cenizas.

16.4. El mayor contenido de cenizas que implica mayor contenido mineral en la harina de alforfón elaborada con grano tostado durante 30 min, fue producto de la incorporación de mayor cantidad de cascara del grano, pues la misma se vuelve más quebradiza y se incorpora con mayor facilidad a la harina; lo cual incrementa el aporte mineral (la cascara tiene 2,6% de minerales).

16.5. La modalidad de panqueque elaborado con harina de alforfón tostado en comal durante 20 min y molida con molino manual de granos fue la preferida debido a su sabor, por parte de los agricultores participantes en el proceso de implementación de huertos y prueba hedónica de preferencia de consumo.

16.6. La modalidad de consumo como refacción escolar preferida por los estudiantes que sembraron huertos escolares fueron las galletas elaboradas con harina de alforfón.

17. IMPACTO ESPERADO

El principal aporte que este proceso de investigación ha tenido a lo largo de varios ciclos de investigación apoyados por Digi, es generar una base de conocimiento de la adaptación que el cultivo tiene en condiciones de suelo y clima poco favorables en varias localidades del país.

A lo anterior se suma el inicio de la promoción del cultivo y su consumo entre agricultores y estudiantes de varias comunidades rurales en el departamento de Sololá que sufren de incidencia de pobreza y pobreza extrema, el cultivo genero interés tanto en consumo como en alternativa de producto con alto valor comercial para la venta.

Los agricultores de los municipios donde se realizó la siembra, al igual que en experiencias anteriores, se interesaron por conocer del mismo, si se continua promocionando el cultivo, se capacita mejor en formas de procesar la semilla y producir alimentos así como si se explora la oportunidad de abrir un mercado local para el alforfón, es bastante probable que la producción y consumo del cultivo pueda extenderse.

18. REFERENCIAS

- Ahmed, A., Khalid, N., Ahmad, A., Abbasi, N., Latif, M., & Randhawa, M. (2014). Phytochemicals and biofunctional properties of buckwheat: a review. *The Journal of Agricultural Science*, 152(3), 349-369.
- Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. K., & Gallagher, E. (2010). Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. *Trends in Food Science and Technology*, 21(2), 106–113. doi: 10.1016/j.tifs.2009.10.014
- Al-Snafi, A. (2017). A review on *Fagopyrum esculentum*: A potential medicinal plant. *IOSR Journal of Pharmacy*, 7(3), 21-32.
- Cao, W., Zhang, Y., & Yu, Y. (2006). Study on extracting of the d-chiro-inositol in *Fagopyrium tartarian* and curative of the extraction on diabetes. *Cereals Oils*, 1, 22-24.
- Castañeda, C., & Monterroso, D. (2017). *Alforfón: Alternativa para combatir el hambre en áreas de pobreza. Fase Final (2017-03)*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación.
- Catassi, C., & Fasano, A. (2008). Celiac Disease. *Current Opinion in Gastroenterology*, 24(6), 687–691. doi: 10.1097/MOG.0b013e32830edc1e
- Cawoy, V., Ledent, J.-F., Kinet, J.-M., & Jacquemart, A.-L. (2009). Floral biology of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*, 3(1), 1–9.
- Christa, K., & Soral-Śmietana, M. (2008). Buckwheat grains and buckwheat products - Nutritional and prophylactic value of their components- a review. *Czech Journal of Food Sciences*, 26(3), 153-162.

- Council of science and technology (CST). (2005). *Standard Tables of Food Composition in Japan* Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology of Japan - Fifth Revised and Enlarged 2005, 508pp. Recuperado de http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu3/toushin/05031802/002/001.pdf
- Dziadek, K., Kopeć, A., Pastucha, E., Piątkowska, E., Leszczyńska, T., Pisulewska, E., ... & Francik, R. (2016). Basic chemical composition and bioactive compounds content in selected cultivars of buckwheat whole seeds, dehulled seeds and hulls. *Journal of Cereal Science*, 69, 1-8.
- Elías, L.G., Bressani, R. (1975). *El trigo sarraceno como sustituto del maíz o maicillo en dietas para pollos de carne*. En: Primer Congreso de Avicultura de Centro América y Panamá. Guatemala, octubre 1-3, 1975. Programa y resúmenes de trabajos y conferencias. Guatemala. Asociación Nacional de Avicultores.
- Fabjan, N., Rode J., Kozir, I.J., Wang, Z., Zhang, Z., & Kreft, I. (2003). Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn) as a source of dietary rutin and quercitrin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(22), 6254-6455.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2014). Consultado el 15-06-2017 en <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>
- Gheldof, N., Wang, X. H., & Engeseth, N. J. (2003). Buckwheat honey increases serum antioxidant capacity in humans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(5), 1500-1505.
- Ghiselli, L., Tallarico, R., Mariotti, M., Romagnoli, S., Baglio, A. P., Donnarumma, P., & Benedettelli, S. (2016). Agronomic and nutritional characteristics of three buckwheat cultivars under organic farming in three environments of the Garfagnana mountain district. *Italian Journal of Agronomy*, 11(3), 188-194.
- Guo, X., Ma, Y., Parry, J., Gao, J., Yu, L., & Wang, M. (2011). Phenolics content and antioxidant activity of tartary buckwheat from different locations. *Molecules*, 16(12), 9850-9867.

- Guo, L., Zhao, Z., & Han, S. (2013). Study on the anticancer effect in vitro of extraction from buckwheat flower and leaf. *LiShiZhen Med. Mater. Med. Res*, 24, 1849-1851.
- Ikeda, K. (2002). Buckwheat composition, chemistry and processing. *Advances in Food and Nutrition Research*, 44, 395-434. doi: 10.1016/S1043-4526(02)44008-9
- Ikeda, S., & Yamashita, Y. (1994). Buckwheat as a dietary source of zinc, copper and manganese. *Fagopyrum*, 14, 29–34.
- Instituto Nacional de Estadística. (2008). *Proyecciones de población 2008-2020*. Guatemala: Autor.
- Instituto Nacional Forestal. (1983). *Mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento de la república de Guatemala*. Guatemala: Instituto Geográfico Militar. Esc. 1: 600,000. 4 p.
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. (2018). *Normales climáticas estación meteorológica Santiago Atitlán, Sololá*. Guatemala: Autor.
- Jing, R., Li, H., Hu, C., Jiang, Y., Qin, L., & Zheng, C. (2016). Phytochemical and pharmacological profiles of three fagopyrum buckwheats. *International journal of molecular sciences*, 17(4), 589.
- Kim, S., Kim, S., & Park, C. (2004). Introduction and nutritional evaluation of buckwheat sprouts as a new vegetable. *Food Research International*, 37(4), 319–327. doi: 10.1016/j.foodres.2003.12.008
- Li, S. Q., & Zhang, Q. H. (2001). Advances in the development of functional foods from buckwheat. *Critical reviews in food science and nutrition*, 41(6), 451-464.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), Instituto Nacional de Estadística (INE), ICF International. (2017). *Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil 2014-2015*. Informe Final. Guatemala: Autor.

- Mota, C., Nascimento, A., Santos, M., Delgado, I., Coelho, I., Rego, A., ... & Castanheira, I. (2016). The effect of cooking methods on the mineral content of quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranth (*Amaranthus* sp.) and buckwheat (*Fagopyrum esculentum*). *Journal of Food Composition and Analysis*, 49, 57-64.
- Pomeranz, Y. (1973). Review of proteins in barley, oats, and buckwheat. *Cereal science today*.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD. (2005). *Informe Nacional de Desarrollo Humano. Diversidad étnica cultural y desarrollo humano*. Guatemala: Autor. 423 p.
- Simmons, C., Tárano, J., Pinto, J.H. (1959). *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala*. 1 ed. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. 1,000 p.
- Skrabanja, V., Kreft, I., Golob, T., Modic, M., Ikeda, S., Ikeda, K., ... & Kosmelj, K. (2004). Nutrient content in buckwheat milling fractions. *Cereal Chemistry*, 81(2), 172-176.
- Sure, B. (1955). Nutritive value of proteins in buckwheat and their role as supplements to proteins in cereal grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 3(9), 793-795.
- Tian, B., Yu, Z., Pei, Y., Zhang, Z., Siemann, E., Wan, S., & Ding, J. (2018). Elevated temperature reduces wheat grain yield by increasing pests and decreasing soil mutualists. *Pest management science*. doi.org/10.1002/ps.5140
- Tomotake, H., Shimaoka, I., Kayashita, J., Yokoyama, F., Nakajoh, M., & Kato, N. (2000). A buckwheat protein product suppresses gallstone formation and plasma cholesterol more strongly than soy protein isolate in hamsters. *The Journal of Nutrition*, 130(7), 1670-1674.
- Tomotake, H., Shimaoka, I., Kayashita, J., Nakajoh, M., & Kato, N. (2002). Physicochemical and functional properties of buckwheat protein product. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(7), 2125-2129.

Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgos. (2,004). *Atlas temático de las cuencas hidrográficas de la república de Guatemala*. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Escala 1: 750,000. Color.

Vazhov, V. M., Kozil, V. N., & Odintsev, A. V. (2013). General Methods of buckwheat Cultivation in Altai region. *World Applied Sciences Journal*, 23(9), 1157-1162.

Wieslander, G. (1996). Review on buckwheat allergy. *Allergy*, 51(10), 661-665.

Wieslander, G., & Norback, D. (2001). Buckwheat consumption and its medical and pharmacological effects—a review of the literature. *Proceedings of the 8th International Symposium of Buckwheat*, 608-612.

Wyld, M., Squibb R.L., & Scrimshaw, N.S. (1958). Buckwheat as a supplement to all-vegetable protein diets. *Journal of Food Science*, 23(4), 407-410.

Yoon, Y. H., Jang, D. C., & Jeong, J. C. (2004). Effect of Soil Moisture Condition on Some Growth Characteristics Related With Landscape and Yield of Buckwheat. *Proceedings of the 9th International Symposium of Buckwheat, Prague*, 465-469.

19. APENDICE

19.1 APENDICE 1. Tablas de resultados tabulados

Tabla 6

Análisis de varianza a resultados de parámetro de Materia Seca Total (%) en muestras de harina de alforfón evaluadas.

F.V.	S.C.	G.L.	M.C.	F calc.	F. Tabla $\alpha 0.05$
Tiempo tostado (A)	33.83	2	16.92	52.02	5.143
Método molienda (B)	5.73	1	5.73	17.61	5.987
Interacción	4.20	2	2.10	6.46	
Error	1.95	6	0.33		
Total	45.71	11			

Tabla 7

Análisis de varianza a resultados de parámetro de Extracto Etéreo (%) en muestras de harina de alforfón evaluadas.

F.V.	S.C.	G.L.	M.C.	F calc.	F. Tabla $\alpha 0.05$
Tiempo tostado (A)	0.53	2	0.26	0.36	5.143
Método molienda (B)	1.51	1	1.51	2.06	5.987
Interacción	1.07	2	0.54	0.73	
Error	4.39	6	0.73		
Total	7.49	11			

Tabla 8

Análisis de varianza a resultados de parámetro de Fibra Cruda (%) en muestras de harina de alforfón evaluadas.

F.V.	S.C.	G.L.	M.C.	F calc.	F. Tabla $\alpha 0.05$
Tiempo tostado (A)	15.34	2	7.67	1.70	5.143
Método molienda (B)	0.00	1	0.00	0.00	5.987
Interacción	3.39	2	1.69	0.38	
Error	27.06	6	4.51		
Total	45.79	11			

Tabla 9

Análisis de varianza a resultados de parámetro de Proteína (%) en muestras de harina de alforfón evaluadas.

F.V.	S.C.	G.L.	M.C.	F calc.	F. Tabla $\alpha 0.05$
Tiempo tostado (A)	11.26	2	5.63	0.50	5.143
Método molienda (B)	0.48	1	0.48	0.04	5.987
Interacción	3.01	2	1.51	0.13	
Error	68.05	6	11.34		
Total	82.81	11			

Tabla 10

Análisis de varianza a resultados de parámetro de Cenizas (%) en muestras de harina de alforfón evaluadas.

F.V.	S.C.	G.L.	M.C.	F calc.	F. Tabla $\alpha 0.05$
Tiempo tostado (A)	0.84	2	0.42	7.47	5.143
Método molienda (B)	0.02	1	0.02	0.37	5.987
Interacción	0.06	2	0.03	0.52	
Error	0.34	6	0.06		
Total	1.26	11			

Tabla 11

Análisis de varianza a resultados de parámetro de Extracto Libre de Nitrógeno (%) en muestras de harina de alforfón evaluadas.

F.V.	S.C.	G.L.	M.C.	F calc.	F. Tabla $\alpha 0.05$
Tiempo tostado (A)	40.76	2	20.38	0.94	5.143
Método molienda (B)	4.17	1	4.17	0.19	5.987
Interacción	11.60	2	5.80	0.27	
Error	129.99	6	21.67		
Total	186.52	11			

Tabla 12

Prueba de medias por método de Mínima Diferencia Significativa para el parámetro Materia Seca Total (%).

Media	Tratamiento	T7	T6	T5	T4	T3	T2
89.46	T1	3.37	2.32	1.57	0.53	5.38	2.13
91.59	T2	5.50	0.19	0.56	2.66	3.25	
94.83	T3	8.75	3.06	3.81	5.91		
88.93	T4	2.84	2.85	2.10			
91.03	T5	4.94	0.75				
91.78	T6	5.69					
86.09	T7						

Tabla 13

Prueba de medias por método de Mínima Diferencia Significativa para el parámetro Cenizas (%).

Media		T7	T6	T5	T4	T3	T2
2.755	T1	0.58	0.51	0.23	0.28	0.51	0.21
2.960	T2	0.78	0.30	0.02	0.49	0.30	
3.260	T3	1.08	0.00	0.28	0.79		
2.475	T4	0.30	0.79	0.51			
2.985	T5	0.81	0.28				
3.265	T6	1.09					
2.180	T7						

Prueba de Friedman de orden de preferencia de 6 modalidades de panqueques de alforfón.

Tabla 15

Productos/Suma preferencia		T1	T2	T3	T4	T5	T6
		143	65	250	192	141	295
T1	143	0	78	-107	-49	2	-152
T2	65	-78	0	-185	-127	-76	-230
T3	250	107	185	0	58	109	-45
T4	192	49	127	-58	0	51	-103
T5	141	-2	76	-109	-51	0	-154
T6	295	152	230	45	103	154	0

59 de 66

Tabla 16

Prueba de Friedman de orden de preferencia de 2 modalidades de refacción escolar con productos de alforfón.

BLOQUES	TRATAMIENTOS		BLOQUES	TRATAMIENTOS		BLOQUES	TRATAMIENTOS		BLOQUES	TRATAMIENTOS	
	T1	T2		T1	T2		T1	T2		T1	T2
1	1	2	39	1	2	77	2	1	115	1	2
2	1	2	40	1	2	78	2	1	116	1	2
3	1	2	41	1	2	79	1	2	117	1	2
4	1	2	42	1	2	80	2	1	118	1	2
5	1	2	43	1	2	81	1	2	119	1	2
6	1	2	44	1	2	82	1	2	120	1	2
7	1	2	45	1	2	83	2	1	121	1	2
8	1	2	46	1	2	84	1	2	122	1	2
9	1	2	47	1	2	85	1	2	123	1	2
10	1	2	48	1	2	86	2	1	124	1	2
11	1	2	49	1	2	87	1	2	125	1	2
12	1	2	50	1	2	88	1	2	126	1	2
13	1	2	51	1	2	89	1	2	127	1	2
14	1	2	52	1	2	90	2	1	128	1	2
15	1	2	53	1	2	91	1	2	129	1	2
16	1	2	54	1	2	92	1	2	130	1	2
17	1	2	55	1	2	93	1	2	131	1	2
18	1	2	56	1	2	94	2	1	SUMA	144	249
19	1	2	57	1	2	95	1	2	SUMA^2	20736	62001
20	1	2	58	1	2	96	1	2			82737
21	1	2	59	1	2	97	2	1			X ² calc. 84.16
22	1	2	60	1	2	98	1	2			X ² tabla 3.84
23	1	2	61	1	2	99	1	2			
24	1	2	62	1	2	100	1	2			
25	1	2	63	1	2	101	1	2			
26	1	2	64	1	2	102	1	2			
27	1	2	65	1	2	103	1	2			
28	1	2	66	1	2	104	1	2			
29	1	2	67	1	2	105	1	2			
30	1	2	68	1	2	106	1	2			
31	1	2	69	1	2	107	1	2			
32	1	2	70	1	2	108	1	2			
33	1	2	71	1	2	109	1	2			
34	1	2	72	2	1	110	1	2			
35	1	2	73	2	1	111	1	2			
36	1	2	74	2	1	112	1	2			
37	1	2	75	2	1	113	1	2			
38	1	2	76	2	1	114	1	2			

Tabla 17

Prueba de Kramer de orden de preferencia de dos modalidades de refacción escolar

Productos/Suma preferencia		T1	T2
		144	249
T1	144	0	-105
T2	249	105	0

Valor crítico de diferencia entre suma de categorías de tabla de Kramer para 131 participantes y 2 productos es de 21.5

19.2. APENDICE 2. Publicación en periódico de mayor circulación nacional de reportaje sobre la investigación.

Nuestro Diario, 15 de mayo de 2018, página 23.



RECETA GALLETAS

- 1 taza de harina de alforfón
- ¼ taza de margarina o manteca
- 1 taza de azúcar
- 1 huevo
- 2 cucharaditas de bicarbonato
- 2 tazas de harina comida
- ½ cucharadita de clavo de olor
- 1 cucharadita de canela en polvo
- 1 pizca de sal

PREPARACIÓN

- Suavice la manteca y agregue el azúcar.
- Mezcle el resto de ingredientes y agréguelos a la margarina azucarada.
- Amase hasta lograr una consistencia fina.
- Arme bolas de 2 onzas y ponga a hornear por 18 minutos a 180 centígrados.

ALTERNATIVA ALIMENTARIA

¿Ha escuchado hablar acerca del trigo sarraceno? Sus propiedades lo hacen un alimento nutritivo.

Beverly Morales
NUESTRO DIARIO

En Europa y Asia es considerado un alimento de gran peso y es utilizado en platillos populares. En Guatemala, investigadores de la Universidad de San Carlos de Guatemala lo impulsan como una alternativa nutricional, económica y accesible.

Se trata del trigo sarraceno o alforfón, una especie de cereal, que se destaca por aportar hasta el 11.2 % de proteínas, además de contener vitaminas B1, B2, magnesio, potasio, hierro y fósforo y no contiene gluten.

Otras recetas

Carlos Castañeda, ingeniero e investigador Digi/ del Instituto de Problemas Nacionales de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Ipnusac), explica

También se puede tostar por 15 minutos en un horno convencional para comerlo como cereal con leche o granola y mezclarlo con otros frutos secos y miel.

“La sequía por el cambio climático ha causado que la producción de cosechas sea más difícil, es por ello que se trabaja e investiga en esta alternativa de alimento y su producción en Guatemala”, explica Darío Monterroso, ingeniero e investigador analista de Desarrollo Rural del Ipnusac.

Agrega que uno de los aspectos atractivos del alforfón es su reproducción rápida, aún en terrenos complicados, pues su germinación y emergencia se da entre los 5 y 8 días de siembra.

Al mes está en desarrollo vegetativo e inicio de floración. A los 45 días, las plantas inician a formar fruto. Y a los 60 o 75



El trigo negro puede producirse en poco tiempo y brindar proteínas al igual que el frijol y maíz. **ANYELO GARCÍA**



DE V



Fern



May



El cultivo se quita, el rendir

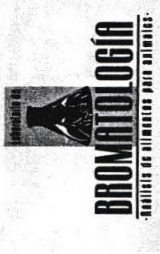
19.3 APENDICE 3. Resultados análisis bromatológicos harina de alforfón



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

FORMULARIO BROMATO 7

INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS



BROMATOLOGÍA
-ANÁLISIS DE ALIMENTOS PARA ANIMALES-

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

CIUDAD, GUATEMALA, No. 426
DIRECCIÓN
CARLOS CASTAÑEDA.
DEL 27 AL 31-08-2018.

Fecha de recepción de la muestra: 21-08-2018.

Fecha de realización: DEL 27 AL 31-08-2018.

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. Pepsina %	PH	TND %	E.B. Kcal/kg
578	M1	SECA	10.10	89.90	4.85	5.09	17.53	2.76	69.77									
		COMO ALIMENTO			4.36	4.58	15.76	2.48										
579	M2	SECA	8.65	91.35	2.47	6.39	14.61	2.79	73.73									
		COMO ALIMENTO			2.26	5.84	13.35	2.55										
580	M3	SECA	5.65	94.35	2.55	7.51	20.75	3.10	66.10									
		COMO ALIMENTO			2.41	7.09	19.68	2.92										
581	M4	SECA	11.35	88.65	2.36	4.49	20.87	2.81	69.48									
		COMO ALIMENTO			2.09	3.98	18.50	2.49										
OBSERVACIONES: Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la falsificación de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.																		

T. L. José A. Morales S.
Laboratorista

Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

Resultados 2018/426
31/08/18



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

Solicitado por:

Fecha de recibida la muestra:

CARLOS CASTAÑEDA.
Dirección
21-08-2018.

Fecha de realización:

Ciudad, Guatemala. No. 427
DEL 27 AL 31- 08-2018.

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Teléfono: 24188307 ext. 1676
E-mail: bromato200@yahoo.es



Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. Pepsina %	PH	TND %	E.B. Kcal/kg
582	M5	SECA	8.36	91.64	2.47	5.01	17.69	2.94	71.89	----	----	----	----	----	----	----	----	----
		COMO ALIMENTO	----	----	2.26	4.59	16.21	2.70	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
583	M6	SECA	8.05	91.95	1.57	9.47	18.05	3.28	67.63	----	----	----	----	----	----	----	----	----
		COMO ALIMENTO	-----	----	1.44	8.71	16.60	3.01	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
584	M7	SECA	10.98	89.02	2.14	5.90	14.58	2.75	74.63	----	----	----	----	----	----	----	----	----
		COMO ALIMENTO	----	----	1.90	5.26	12.88	2.45	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
585	M8	SECA	8.17	91.83	2.64	7.56	16.99	3.13	69.67	----	----	----	----	----	----	----	----	----
		COMO ALIMENTO	----	----	2.43	6.95	15.60	2.88	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

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

T. L. José A. Morales S.
Laboratorista

Resultados 2018/427
31/08/18

Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología





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

Solicitado por:

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

CARLOS CASTAÑEDA,

Dirección

CIUDAD, GUATEMALA,

No. 428

Fecha de recibida la muestra:

21-08-2018.

Fecha de realización:

DEL 27 AL 31-08-2018.



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

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. Pepsina %	PH	TND %	E.B. Kcal/kg
586	M9	SECA	4.67	95.33	2.33	5.50	17.17	3.42	71.58									
		COMO ALIMENTO			2.22	5.25	16.37	3.26										
587	M10	SECA	10.79	89.21	1.56	3.54	10.83	2.14	81.93									
		COMO ALIMENTO					9.66	1.91										
588	M11	SECA	9.58	90.42	2.36	10.38	15.34	3.03	68.90									
		COMO ALIMENTO			2.13	9.38	13.87	2.74										
589	M12	SECA	8.39	91.61	2.41	5.19	16.44	3.25	72.72									
		COMO ALIMENTO					15.06	2.88										
TOTAL DE MUESTRAS (Escriba el número en esta Hoja)																		

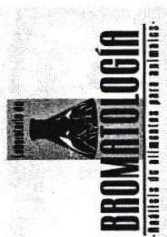
OBSERVACIONES: Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la reproducción total o parcial de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

T. L. José A. Morales S.
Laboratorista

Resultados 2018/428
31/08/18

Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología





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

INFORME DE RESULTADO DE ANALISIS

<u>CARLOS CASTANEDA,</u>	<u>Dirección</u>	<u>No. 429</u>
	<u>CIUDAD, GUATEMALA,</u>	
	<u>Fecha de realización:</u>	<u>DEL 27 AL 31-08-2018.</u>
	<u>21-08-2018,</u>	

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

No. 429

CIUDAD, GUATEMALA.

Dirección

CARLOS CASTAÑEDA,

DEL 27 AL 31- 08-2018.

Fecha de realización:

21-08-2018.

Fecha de recibida la muestra:

[illegible]

TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA 4

7.

total o parte de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24183307.

Só proibido a produção de

OBSERVACIONES:		ALIMENTO
Las observaciones se hacen a mano alzada en base a la experiencia y el conocimiento del personal que realiza el monitoreo.		

OBSERVACIONES:

Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

Resultados 2018/429
31/08/18

20. ORDEN DE PAGO

Listado de los integrantes del equipo de investigación

Contratados por contraparte y colaboradores	
Nombre	Firma
Ing. Agr. Darío Amílcar Monterroso Flores.	

Contratados por la Dirección General de Investigación

Nombre	Categoría	Registro de personal	Pago		Firma
			Si	No	
Ing. Agr. Carlos Guillermo Castañeda Acevedo	Coordinador	20130520	X		

Guatemala, 26 de octubre de 2018.

Ing. Agr. Carlos Guillermo Castañeda Acevedo
Coordinador del proyecto de investigación

Ing. Augusto Saúl Guerra Gutiérrez
Coordinador del Programa Universitario de Investigación
en Recursos Naturales y Ambiente. –PUIRNA–

Vo. Bo. Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar Pérez
Coordinador General de Programas