

Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Programa Universitario de Investigación
en Alimentación y Nutrición

INFORME FINAL

**ALFORFÓN: ALTERNATIVA PARA COMBATIR EL HAMBRE EN ÁREAS DE
POBREZA.**

Equipo de investigación

Coordinador

Ing. Agr. Carlos Guillermo Castañeda Acevedo

Investigador

Ing. Agr. Darío Amílcar Monterroso Flores.

Noviembre de 2,015.

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

M.Sc. Gerardo Arroyo Catalán
Director General de Investigación

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

Inga. Liuba María Cabrera Ovalle de Villagrán
Coordinadora del Programa Universitario de Investigación en Alimentación y Nutrición

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

Ing. Agr. Darío Amílcar Monterroso Flores
Investigador

Partida Presupuestaria
4.8.63.7.35
Año de ejecución: 2015

INDICE

RESUMEN	6
ABSTRACT	6
1. INTRODUCCION	7
2. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE.....	9
2.1. Clasificación botánica.....	10
2.2. Descripción botánica.....	11
2.3. Características agronómicas.....	11
2.4. Composición química	13
2.4.1. Contenido proteico.....	13
2.4.2. Lípidos	13
2.4.3 Extracto libre de Nitrógeno.....	14
2.4.4. Fibra cruda y ceniza	14
2.5. Valor Nutritivo.....	14
2.6. Usos del alforfón.....	15
2.7. Fenología.....	16
3. MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1. Ubicación geográfica de la investigación	18
3.1.1. Fisiografía	18
3.1.2. Zonas de Vida	20
3.1.3. Uso de la Tierra.....	22
3.1.4. Calidad del Ambiente	23
3.1.5. Recursos Naturales.....	25
3.1.6. Demografía	26
3.1.7. Indicadores de Bienestar Social	26
3.1.8. Aspectos de infraestructura y servicios.....	28
3.2 Tipo de Investigación.....	29

3.3. Técnicas e instrumentos	29
3.4. Muestreo	30
3.5. Operacionalización de las variables.....	31
4. RESULTADOS.....	32
4.1. Resultados por objetivo.....	32
4.1.1. Caracterización del ciclo agronómico del cultivo.....	32
4.1.2. Cuantificar el rendimiento de grano seco en Kg/Ha	37
4.1.3. Determinar la calidad nutricional del grano obtenido mediante análisis bromatológico	37
4.2. Matriz de resultados	38
4.3. Impacto esperado	38
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	40
5.1. Caracterización del ciclo agronómico del cultivo.....	40
5.2. Cuantificar el rendimiento en Kg/Ha	43
5.3. Determinar calidad del grano producido mediante análisis bromatológico.....	45
6. CONCLUSIONES	47
7. REFERENCIAS.....	48
8. APENDICE.....	50
8.1. Licencia de comercializador de semillas	50
8.2. Resultado análisis de suelos.....	51
8.3. Resultado análisis bromatológico	52
8.4. Fotografías	54
9. ACTIVIDADES DE GESTIÓN, VINCULACION Y DIVULGACION.....	63

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa fisiográfico de San Andrés Sajcabajá, Quiché	19
Figura 2. Mapa de series de suelos del municipio de San Andrés Sajcabajá, Quiché	20
Figura 3. Mapa de zonas de vida del municipio de San Andrés Sajcabajá, Quiché	21
Figura 4. Mapa de Cuencas del municipio de San Andrés Sajcabajá, Quiché	24
Figura 5. Vista de la parcela experimental.....	32
Figura 6. Desarrollo fenológico del cultivo de alforfón	37
Figura 7. Daño causado por zompopos Atta sp. Fabricius	41
Figura 8. Lluvia mensual en mm, estación Chinique, Quiché	44

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química del alforfón.	13
Tabla 2. Composición química en porcentajes del alforfón comparado con el trigo común.....	15
Tabla 3. Población, sexo, grupos de edad y residencia.....	26
Tabla 4. Indicadores de salud.....	27
Tabla 5. Cantidad de maestros, escuelas y alumnos por nivel, año 2,010.....	27
Tabla 6. Operacionalización de las variables de la investigación.....	31
Tabla 7. Resultados análisis de suelos	33
Tabla 8. Registro del desarrollo del cultivo de alforfón	34
Tabla 9. Resultados de análisis bromatológico.....	38
Tabla 10. Matriz de resultados.....	38
Tabla 11. Composición química proximal de grano de alforfón cultivado en Guatemala	45

ALFORFÓN: ALTERNATIVA PARA COMBATIR EL HAMBRE EN ÁREAS DE POBREZA.

RESUMEN

Se evaluó el cultivo de alforfón (*Fagopyrum esculentum* Moench), conocido también como trigo sarraceno o trigo negro, bajo las condiciones ambientales del municipio de San Andrés Sajcabajá, del departamento de Quiché, como municipio representativo del corredor seco del país; caracterizado por bajas precipitaciones, suelos pobres y alta prevalencia de pobreza y pobreza extrema. El alforfón es un pseudocereal perteneciente a la familia de las poligonáceas, con muy alto valor nutricional y bastante resistencia a cultivo bajo condiciones adversas para la agricultura, tales como suelos poco fértiles y periodos de sequia. Las variables evaluadas fueron la adaptación del cultivo mediante la caracterización de su desarrollo fenológico, rendimiento del cultivo por unidad de área y calidad nutricional del grano cosechado. Para la realización de la investigación, se obtuvo localmente semilla de alforfón, la cual fue sembrada en una parcela experimental de 3,500 metros cuadrados, el manejo agronómico de la misma fue totalmente orgánico, sin uso de plaguicidas o fertilizantes, la siembra se hizo durante la época de lluvia, sin uso de riego, lo anterior buscando replicar las condiciones del agricultor medio de la zona. Se obtuvo un rendimiento de 901.2 Kg/Ha y alta calidad de grano de acuerdo al análisis químico proximal.

ABSTRACT

Buckwheat cultivation (*Fagopyrum esculentum* Moench), also known as Saracen wheat or black wheat was assessed under the environmental conditions of the municipality of San Andrés Sajcabajá, department of Quiché, as a representative locality of the country's dry corridor; characterized by low rainfall, poor soils and high prevalence of poverty and extreme poverty. Buckwheat is a pseudocereal belonging to the family of the Polygonaceae with very high nutritional value and resistance to cultivation under adverse conditions for agriculture, such as poor soils and drought periods. The variables evaluated were crop adaptation to local conditions by characterizing its phenological development, crop yield per area unit and nutritional quality of the grain produced. To carry out the investigation, buckwheat seed was obtained locally, which was planted on an 3,500 square meters experimental plot, agronomic management of it was completely organic, without pesticides or fertilizers, planting was done during the rainy season without use of irrigation, seeking to replicate environmental conditions of local farmers. A yield of 901.2 Kg / Ha and according to proximate analysis high quality grain was obtained.

1. INTRODUCCION

Las condiciones climáticas adversas en extensas regiones del país que dificultan la agricultura tradicional y los bajos ingresos de la población, principalmente de campesinos y obreros, repercuten directamente en la situación de pobreza que actualmente sufre Guatemala, incidiendo en la falta de acceso a una alimentación adecuada.

El consumo de frijol negro y maíz blanco, que han sido la base de la alimentación de los guatemaltecos, no es satisfecho por la producción local, ya que la agricultura campesina está siendo desplazada por la siembra de grandes extensiones de la mejor tierra con monocultivos y en general por la agricultura empresarial de exportación; asimismo, no satisface la calidad nutricional necesaria para el desarrollo de los niños ni el sustento de los adultos, lo que se refleja en los bajos índices de peso y talla de los infantes del área rural.

Ante esta problemática que aqueja a los agricultores inmersos en la agricultura campesina, principalmente aquellos que se localizan en las áreas menos favorables para la agricultura, como los municipios del Corredor Seco del país, la introducción del Alforfón es una investigación importante, porque esta planta ofrece la particularidad fisiológica que cuando la sequía es muy prolongada, detiene su crecimiento, continuándolo cuando recibe aunque sea pequeñas dosis de agua.

El cultivo de alforfón 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 y del que se han obtenido buenos rendimientos en el país. 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 culturales específicos, con mantenerlo limpio es suficiente para lograr su cosecha.

Pertenece a la familia de las Poligonáceas, aunque popularmente se le considera como un cereal. Se cultiva para aprovechar sus granos y por ser una planta melífera. En Asia es muy apreciado por su valor alimenticio.

Es un alimento energético y nutritivo muy conveniente para niños, ancianos y convalecientes, por su corta temporada de cultivo y su capacidad de prosperar en suelos difíciles se convirtió en un salvavidas accesible para la mayoría de la población rural y pobre de Europa.

Se investigó la adaptabilidad y rendimiento del cultivo en las condiciones bioclimáticas del municipio de San Andrés Sajcabajá del departamento de Quiché, localizado en el denominado “corredor seco” del país, el que tiene un índice de pobreza general del 88.6% y de pobreza extrema de 37.7% (SEGEPLAN 2011), bajo la premisa que el alforfón se adaptaría apropiadamente y su rendimiento y calidad de grano serían equiparables a los reportados por la bibliografía en otros países.

2. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

El Alforfón se considera un cereal, pero realmente no lo es ya que aunque tiene características similares, no pertenece a la familia de las gramíneas sino a las poligonáceas (Berglund 2007). Es originario de Asia Central y se ha cultivado tradicionalmente en muchos países. China produce el 55% del total mundial, seguido por Rusia 20%, Ucrania 15% y Polonia 3%.

El cultivo ha estado proporcionando los nutrientes esenciales, vitaminas, energía y fibra a la humanidad por aproximadamente 8,000 años. Su primer papel como una planta cultivada aparece alrededor del año 4,000 A.C. en la región de los Balcanes de Europa, pero su origen se sitúa en el sudeste asiático y desde allí se extendió a Asia Central, el Tíbet, el Medio Oriente y Europa. Hay historias que afirman que el Emperador Gensho de Japón ordenó el cultivo de trigo sarraceno en todo el país para prepararse para una sequía en el año 722, lo que nos habla ya de una de sus propiedades, su resistencia al déficit hídrico (Tomic 1978).

El alforfón es llamado también trigo negro, soba o fajol y es una planta anual herbácea, Es considerado como un pseudocereal ya que sus semillas (aquenios) tienen un uso y una composición química similar a la de los cereales. Tiene ciclos cortos de cultivo y bajos costos relativos de implantación, siendo capaz de desarrollarse correctamente sin el uso de fertilizantes o pesticidas y de absorber menos agua y nutrientes que otros cultivos.

La alta adaptabilidad de la especie 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. 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.

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, Rode, Kozir, Wang, Zhang y Kreft 2003).

Se puede consumir en forma de grano crudo para lo que basta ponerlo en remojo para que ablande o cocido como los frijoles y en forma de harina para elaboración de panqueques, galletas, etc. Es un alimento que da fuerza, muy recomendable a las personas convalecientes, subalimentadas, a aquellas que sufren de mucho stress o por condiciones de vida particularmente penosas. Tiene la inestimable propiedad de disipar la fatiga y devolver energía. Su consumo frecuente aumenta la resistencia a las infecciones y es un alimento equilibrado que, entre otras, tiene la ventaja de no hacer engordar.

La planta tiene ventajas adicionales, es muy apreciada por la calidad de sus flores melíferas y medicinalmente porque es el único "cereal" que contiene vitamina P, la que ayuda a prevenir los infartos, la hipertensión, enfermedades cardiovasculares, las hemorragias, refuerza los capilares sanguíneos y combate las enfermedades bacterianas, las alergias, el glaucoma y ayuda a prevenir los derrames cerebrales y además de contener cantidades importantes de vitaminas del grupo B, también contiene vitamina E, todos los aminoácidos esenciales, especialmente lisina, treonina y triptófano, que son los aminoácidos de los que carecen muchos cereales. Tiene altos niveles de minerales, principalmente magnesio y potasio y otros minerales como hierro, fósforo, sodio, calcio, azufre, zinc, yodo, cloro y manganeso.

2.1. Clasificación botánica

Se clasifica como:

Reino: Plantae
División: Angiospermae
Clase: Liliopsida
Orden: Caryophyllales
Familia: Polygonaceae
Tribu: Fagopyreae
Género: Fagopyrum
Especie: *esculentum Moench.*

2.2. Descripción botánica

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.

2.3. Características agronómicas

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.

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.

El alforfón debe sembrarse con una profundidad de 1 a 2 centímetros, la siembra más profunda puede llevar a pobres tasas de germinación. Generalmente se requieren de 100 a 120 libras de semilla por hectárea, estos rangos de requerimiento de semilla están basados en un porcentaje de germinación del 85 por ciento.

En Europa los rendimientos de alforfón o trigo sarraceno varían entre 1,300 a 1,400 kilogramos por hectárea aunque se reportan incluso de 2,900 a 3,250 kilogramos por hectárea. En Guatemala, Penagos (1959), reporta rendimientos de 1,340 a 3,116 kilogramos por hectárea.

En cuanto su rendimiento como forraje, se reportan rendimientos de 10,000 a 25,000 kilogramos de forraje verde por hectárea, siendo este un forraje de excelente calidad.

En Guatemala, experiencias realizadas en los años 50 y 60 afirman que las áreas más adecuadas para su cultivo son las del altiplano y la mayoría de las áreas de la costa sur comprendidos en la franja de baja precipitación. En general, las posibilidades de cultivo en el país se consideran amplias, su única limitación serían las zonas de vientos secos y fríos con calores y lluvias persistentes.

- enfermedades

Hay pocos informes de enfermedades en el trigo sarraceno. Hay reportes que las hojas pueden ser afectadas por un hongo del genero Ramilaria; también se ha encontrado afecciones por Rhizoctonia (pudrición de la raíz), así como mildiú. Ninguna de estas enfermedades es de importancia económica.

- Insectos

Escarabajos, áfidos, gusanos cortadores y gusano de alambre todo han sido reportados en el trigo sarraceno. Los escarabajos hacen el mayor daño, al atacar a la cabeza de la flor, y en ocasiones, pueden causar perjuicio económico.

2.4. Composición química

La composición química proximal del alforfón es la siguiente:

Tabla 1. Composición química del alforfón.

Parámetro (gr/100gr)	%
Materia seca	87.6
Proteína	11.2
Extracto etéreo	2.0
Fibra cruda	10.7
cenizas	1.7
Extracto libre de nitrógeno	64.0

Wyld, Squibb y Scrimshaw 1961.

2.4.1. Contenido proteico

La fracción principal la constituyen las globulinas y las albuminas, en contraste con los cereales verdaderos, los cuales tienen cantidades relativamente altas de prolaminas.

El análisis de aminoácidos de las proteínas señalan que es una excelente fuente de lisina, posee un promedio de 6.1% de la proteína, lo que es más alto que el que posee cualquier cereal, la avena que es el mejor, solo alcanza un promedio de 4.2%. (Pomeranz 1973)

Con respecto a los aminoácidos esenciales presenta un mayor contenido de triptófano, arginina, ácido aspártico y aminoácidos azufrados que el de los cereales y a la vez contiene menos ácido glutámico y prolina.

2.4.2. Lípidos

Los lípidos se distribuyen de manera decreciente en las siguientes estructuras: germen, testa, pericarpio y endospermo.

Según estudios realizados por Pomeranz (1973), los ácidos grasos se encuentran principalmente como ácidos grasos libres constituyendo el 74% del total de los lípidos, les siguen los lípidos ligados que constituyen el 21% del total y finalmente los fuertemente ligados que forman parte del 5% restante.

Los principales ácidos grasos reportados son el palmítico, esteárico, linolénico, araquídico y lignocérico, que constituyen el 93% de los lípidos totales.

2.4.3 Extracto libre de Nitrógeno

Tomic (1978) reporta que el componente carbohidratado principal es el almidón y en menor grado los polisacáridos solubles en agua. Dentro de este último grupo predominan cadenas de ácido glucurónico, manosa y galactosa, encontrándose los dos primeros en una estructura ramificada con residuos de xilosa y galactosa como extremos no reductores.

2.4.4. Fibra cruda y ceniza

En comparaciones realizadas por el Tomic (1978) mediante análisis químico proximal de este grano con el maíz, arroz y maicillo, demostró poseer mayor contenido de cenizas y fibra cruda y menor cantidad de extracto libre de nitrógeno.

2.5. Valor Nutritivo

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.

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 resulto 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 en el alforfón 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.

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.

En la población norteamericana, especialmente en niños, se ha encontrado una incidencia de sensibilidad del 1%, lo que se manifiesta aún por ingestión o inhalación de cantidades extremadamente pequeñas de alforfón promoviendo alergias y síntomas respiratorios graves.

En cuanto al valor nutritivo del alforfón o trigo sarraceno, en la siguiente tabla se detalla la composición química del grano y harina en comparación con el trigo común.

Tabla 2. Composición química en porcentajes del alforfón comparado con el trigo común.

Componente	Grano		Harina	
	Trigo Corriente	Alforfón	Trigo Corriente	Alforfón
Humedad	13.5	13.25	14.5	15
Proteínas	13.5	10.5	12	6
Lípidos	1.75	1.75	1	1.1
Carbohidratos	67	60.5	70	63
Celulosa	1.5	12	0.3	0.8
Cenizas	2	1.75	0.4	0.9

Penagos 1959.

2.6. Usos del alforfón

El alforfón tanto el grano integro como los productos que de él se extraen han sido utilizados ampliamente en la alimentación humana y animal. También se considera una excelente planta melífera, las abejas elaboran a partir del néctar de sus flores una miel de ligero sabor amargo muy apreciado.

En nutrición animal, el grano entero o molido se usa para alimentación de bovinos, ovinos, porcinos y equinos. En el caso de aves ponedoras se recomienda su uso moderado por tener influencia sobre la postura.

En humanos, especialmente en Rusia, su uso ha sido muy diversificado, ya sea como cereal para el desayuno, en mezclas para panqueques, mezclas para pan, pastas, galletas y atoles; también en la industria de alimentos para bebé se usa en mezclas que se reconstituyen hirviéndose con agua o leche.

2.7. Fenología

En la actualidad se dispone de suficiente información sobre los factores climáticos, edáficos y biológicos involucrados en la duración del ciclo biológico y producción de los cultivos, sin embargo, es bastante frecuente encontrar que para referirse a un momento determinado de su ciclo biológico, esto se haga en términos de una escala de tiempo (Días Después de la Siembra, DDS) relacionándola con las observaciones y prácticas que se llevan a cabo en ellos sin tomar en cuenta el efecto de tales factores sobre la morfología de las plantas.

El ciclo biológico cambia con el genotipo y con los factores del clima, esto quiere decir, que las plantas del mismo genotipo sembradas bajo diferentes condiciones climáticas pueden presentar diferentes estados de desarrollo después de transcurrido el mismo tiempo cronológico. Por lo que cada vez cobra mayor importancia el uso de escalas fenológicas que permiten a la vez, referirse a las observaciones y prácticas de manejo del cultivo en una etapa de desarrollo determinado.

Dado que el producto final de un cultivo, no es sino la consecuencia de un proceso derivado de las actividades agrícolas efectuadas durante todo el ciclo, para los investigadores y productores se hace necesario el conocimiento de la fenología agrícola y la posible duración de las diferentes etapas.

El estudio de los eventos periódicos naturales involucrados en la vida de las plantas se denomina fenología (Schwartz 1999) palabra que deriva del griego phaino que significa manifestar, y logos tratado o conocimiento. Otra definición de fenología es el estudio de los fenómenos biológicos acomodados a cierto ritmo periódico como la brotación, la maduración de los frutos y otros. Como es natural, estos fenómenos se relacionan con el clima de la localidad en que ocurre; y

viceversa, de la fenología se puede sacar secuencias relativas al clima y sobre todo al microclima cuando ni uno, ni otro se conocen debidamente.

Fase: La aparición, transformación o desaparición rápida de los órganos vegetales se llama fase. La emergencia de plantas pequeñas, la brotación de la vid, la floración del manzano son verdaderas fases fenológicas (Torres 1995).

Etapas: Una etapa fenológica está delimitada por dos fases sucesivas. Dentro de ciertas etapas se presentan períodos críticos, que son el intervalo breve durante el cual la planta presenta la máxima sensibilidad a determinado elemento, de manera que las oscilaciones en los valores de este fenómeno meteorológico se reflejan en el rendimiento del cultivo; estos periodos críticos se presentan generalmente poco antes o después de las fases, durante dos o tres semanas.

El comienzo y fin de fases y etapas sirven como medio para juzgar la rapidez del desarrollo de las plantas. El término fenología se cree tuvo su primer uso por el botánico belga Charles Morren en 1958, sin embargo, la observación de eventos fenológicos data de varios siglos atrás en la antigua China, quienes desarrollaron calendarios fenológicos, siglos antes de Jesucristo. (Torres 1995).

Desde hace mas de 200 años algunos agricultores de los E.E.U.U. iniciaron sus registros de las fechas de siembra, emergencia, foliación, caída de hojas, y otros, de muchas especies de plantas. Luego del desarrollo del termómetro se hizo posible correlacionar estas etapas del desarrollo con el clima, especialmente con la temperatura y humedad. En 1918 Andrew Hopkins estableció la ley Bioclimática, ampliada en 1938, donde se recomienda el uso de observaciones fenológicas en lugar de observaciones meteorológicas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica de la investigación

3.1.1. Fisiografía

El municipio de San Andrés Sajcabajá se encuentra ubicado en la región fisiográfica de las tierras altas y sedimentarias de la cordillera de los Cuchumatanes, de las tierras altas cristalinas del altiplano occidental y central de la sierra de Chuacús, las colinas van de moderada o fuertemente escarpadas (Instituto Geográfico Nacional 1970).

Los grandes paisajes que se manifiestan en este municipio y que cubren un área de aproximadamente 16,938.87 Has., son los siguientes: (Simmons, Tárano y Pinto 1959).

- Serranías y Valles profundos del norte de la Sierra de Chuacús 6,375.43 Has., representa el 37.64 por ciento del total del municipio.
- Sierra de Chuacús 4,593.93 Has., representa el 27.12 por ciento del total del municipio.
- Superficies planas interiores de Chuacús 4,393.98 Has., representa el 25.94 por ciento del total del municipio.
- Montañas y laderas de los Cuchumatanes 727.38 Has. representa el 4.29 por ciento del total del municipio.
- Macizo intrusivo de Huehuetenango Sacapulas 848.15 Has., representa el 5 por ciento del total del municipio.

La parcela experimental se localiza en la denominada Superficies planas interiores de Chuacús, como puede apreciarse en la figura 1.

En cuanto a los suelos de acuerdo a la clasificación de Simmons, Tárano y Pinto, las series de suelos presentes en el municipio son los que se describen a continuación:

- Serie de suelos Sacapulas, con una extensión de 5,452.03 Has., que representa el 32.19 por ciento.
- Serie de suelos Chixoy con una extensión de 4,474.36 Has., que representa el 26.42 por ciento.

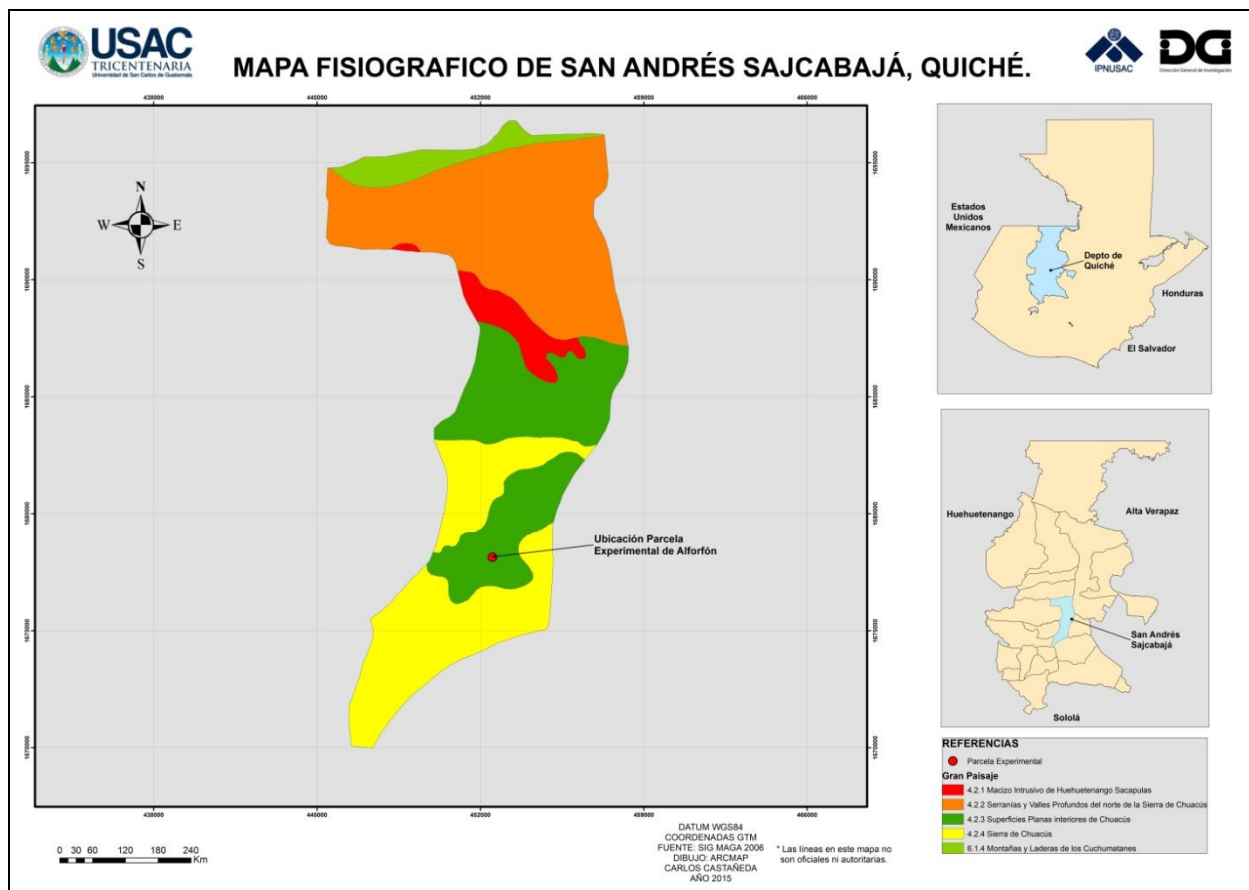


Figura 1. Mapa fisiográfico de San Andrés Sajcabajá, Quiché

- Serie de suelo Chol con una extensión de 1,916.40 Has., que representa el 11.31 por ciento.
- Serie de suelos Calanté con una extensión de 1,860.29 Has., que representa el 10.98 por ciento.
- Serie de suelos de los Valles con una extensión de 1,513.10 Has., que representa el 8.93 por ciento.
- Serie de suelos Zacualpa y Xolanimá con una extensión de 1,722.69 Has., que representa 10.17 por ciento.

La parcela se ubica en una zona en la que los suelos pertenecen a la serie Chixoy, como puede apreciarse en la figura 2.

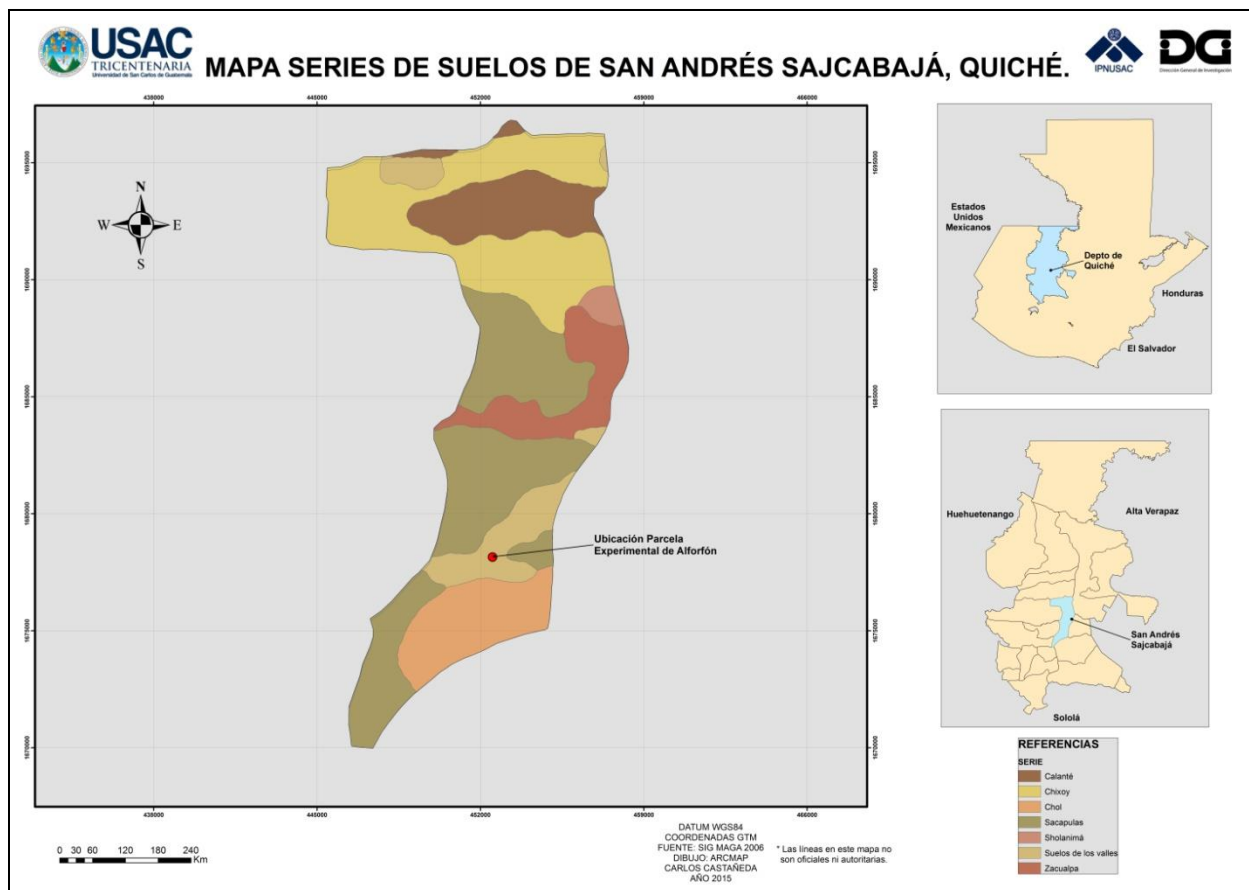


Figura 2. Mapa de series de suelos del municipio de San Andrés Sajcabajá, Quiché

3.1.2. Zonas de Vida

El territorio que ocupa el municipio se ubica dentro de dos zonas de vida, las que a continuación se describen: (Instituto Nacional Forestal 1983).

- **Bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB)**

7,136.45 Ha representan el 42.13 por ciento del país.

Altitud 1500 a 2000 msnm

Precipitación Pluvial 1000 a 2000 mm anuales

Temperatura 12 a 18 °C

Suelos Poco profundos, de textura mediana, bien drenados o moderadamente bien drenados, de color pardo ó café.

- **Bosque húmedo sub-tropical templado (bh-St)**
9,802.41 Ha representan el 57.87 por ciento del país.

Altitud 1,000 a 1,500 msnm

Precipitación pluvial 1,000 a 2,000 msnm

Temperatura 18 a 24° C

Suelos Superficiales, de textura mediana, imperfectamente drenados, de color pardo.

Como puede observarse en la figura 3, la parcela experimental se localiza en la zona de vida denominada Bosque húmedo sub-tropical templado.

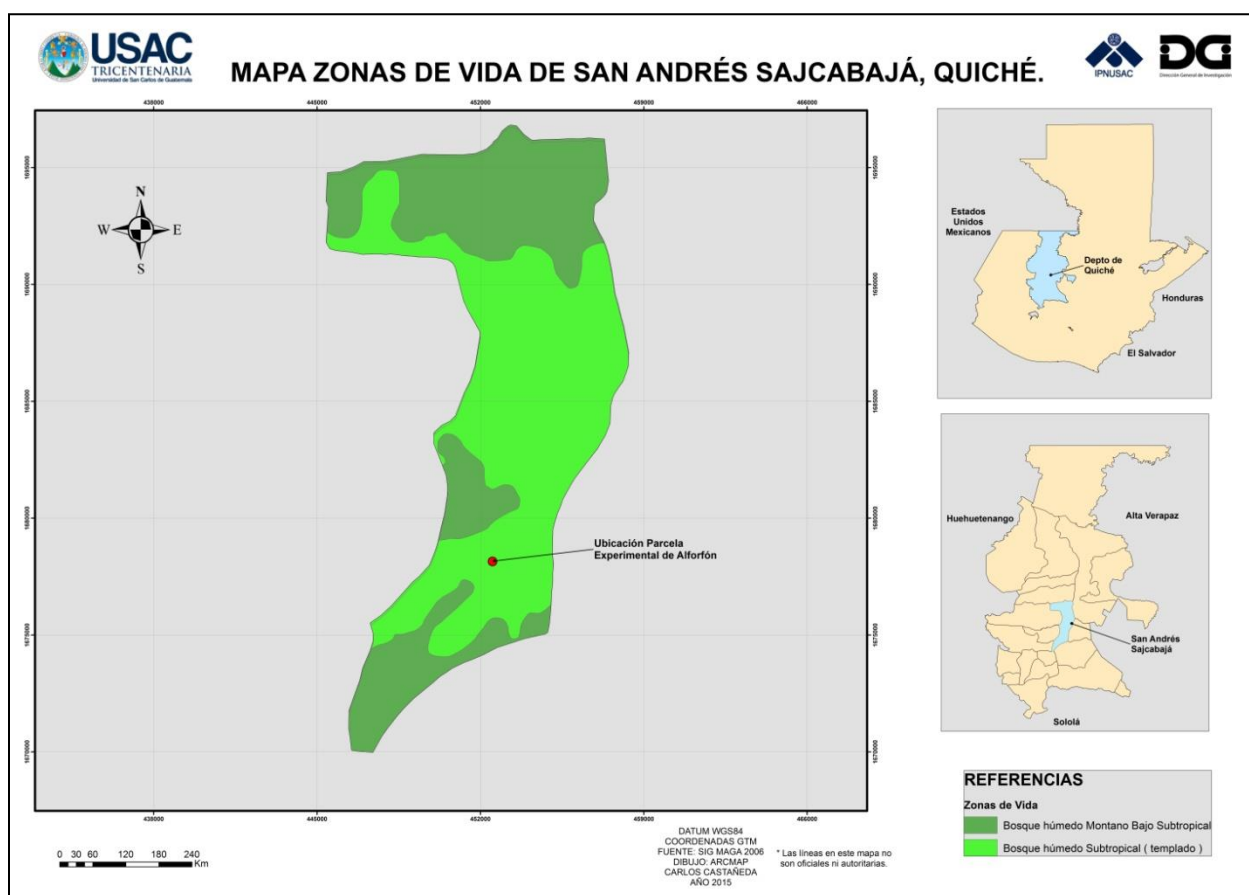


Figura 3. Mapa de zonas de vida del municipio de San Andrés Sajcabajá, Quiché

3.1.3. Uso de la Tierra

La Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgos, UPGGR (2004) indica que el principal uso que se le da a los suelos en ese municipio, es el destinado a agricultura limpia anual, con una extensión de 9,821.67 Has., que representa el 57.99 por ciento del total del municipio; el cultivo principal es el maíz que se produce en todas las áreas pobladas del municipio, le sigue en importancia el frijol, el que se cultiva en algunas partes en forma limpia y en otros asociado al maíz.

La Secretaría de Programación y Planificación de la Presidencia, SEGEPLAN (2011) señala que dentro de las hortalizas el cultivo más importante es el tomate, el cual se produce en 28 comunidades; además de éste se cultiva papa, chile y cebolla. Dentro de los frutales se puede mencionar la producción de naranjas, limones, mandarinas, bananos, guayaba, jocote y nance.

El área destinada para pastos naturales es de 505.16 Has., las que se dedican a la producción pecuaria, en 34 centros poblados se reportan pequeños lotes de crianza de ganado, el cual no es de raza definida por el número de cruces que se ha dado dentro de las especies. El área cubierta con bosques de coníferas y latifoliadas representan el 24.17 por ciento, con una extensión de 4,184.38 Has. Y el área cubierta por Charral o Matorral representa el 14.33 por ciento con una extensión de 2,427.63 Has.

De acuerdo a la clasificación agrológica en San Andrés Sajcabajá se localizan las clases: III- IV – VI y VII, que cubren un área de 16,938.84 Has.; siendo la más significativa por su cobertura la clase VII, con el 77.73 por ciento, que son tierras no cultivables, aptas únicamente para fines de uso o explotación forestal, de topografía muy fuerte y quebrada con pendiente muy inclinada. Además de la anterior, le sigue en importancia la clase IV, con el 11.34 por ciento; son tierras cultivables sujetas a severas limitaciones permanentes, no aptas para el riego, salvo en condiciones especiales, con topografía plana ondulada o inclinada, apta para pastos y cultivos perennes, requieren prácticas intensivas de manejo, productividad de mediana a baja. La clase VI representa el 6.24 por ciento y la clase III el 4.70 por ciento (UPGGR 2004).

En la mayoría de las comunidades del municipio, es evidente la deforestación existente debido al sobre uso del recurso para el aprovechamiento principalmente de pino para extracción de madera y leña así como productos secundarios como ocote.

Aunque el potencial de muchos de los suelos es forestal evidentemente, debido a la necesidad que tienen los campesinos de producir granos básicos para consumo familiar de subsistencia, los planes de reposición de la cubierta forestal deben de ser enfocados a aquellas áreas que definitivamente son muy poco aptas para la agricultura, así como aquellas áreas que por tradición han formado el área boscosa de las comunidades en mención.

3.1.4. Calidad del Ambiente

- Identificación y descripción de cuencas

Los suelos de San Andrés Sajcabajá son irrigados por los ríos Tucunel, Chilil, Lililla, Mixcolajá, Dos Ríos y el río Grande o Chixoy que sirve de límite con Uspantán. La principal cuenca del municipio es la del río Salinas, que representa el 99.91 por ciento con una extensión de 16,909 Has y en mínima parte de sus aguas drenan al río Motagua (UPGGR 2004).

El río Salinas pertenece a la vertiente del Golfo de México y tiene una longitud de corriente de 112.7 kilómetros y un caudal medio de 551 metros cúbicos por segundo. La cuenca tiene un perímetro de 938.5 kilómetros y una pendiente media del canal principal de 0.624% (UPGGR 2004).

La parcela experimental está localizada en la cuenca del río Salinas y sub cuenca del río Agua Caliente, como se observa en la figura 4.

- Descripción de fauna

Las especies animales que se encuentran en el municipio son: gato de monte, venados, coyotes, ardillas, comadrejas, zorrillos, armados, gavilanes, tacuazín, masacuatas, conejos, zopilotes, armadillo, palomas, clarineros, bovinos, ovinos, aves de corral, perros y gatos.

- Descripción de flora

Está conformada por una gran diversidad de plantas, entre las que sobresalen los pinos, palo de pito, amate, palo jiote, eucalipto, jacaranda, órgano o nopal, ciprés, aliso, casuarina, encino, nance, roble, mango, aguacate, naranja, limón, lima, banano, verbena, zapote, durazno, rosa, crisantemo y jocote. Así mismo se encuentra una gran cantidad de especies arbustivas.

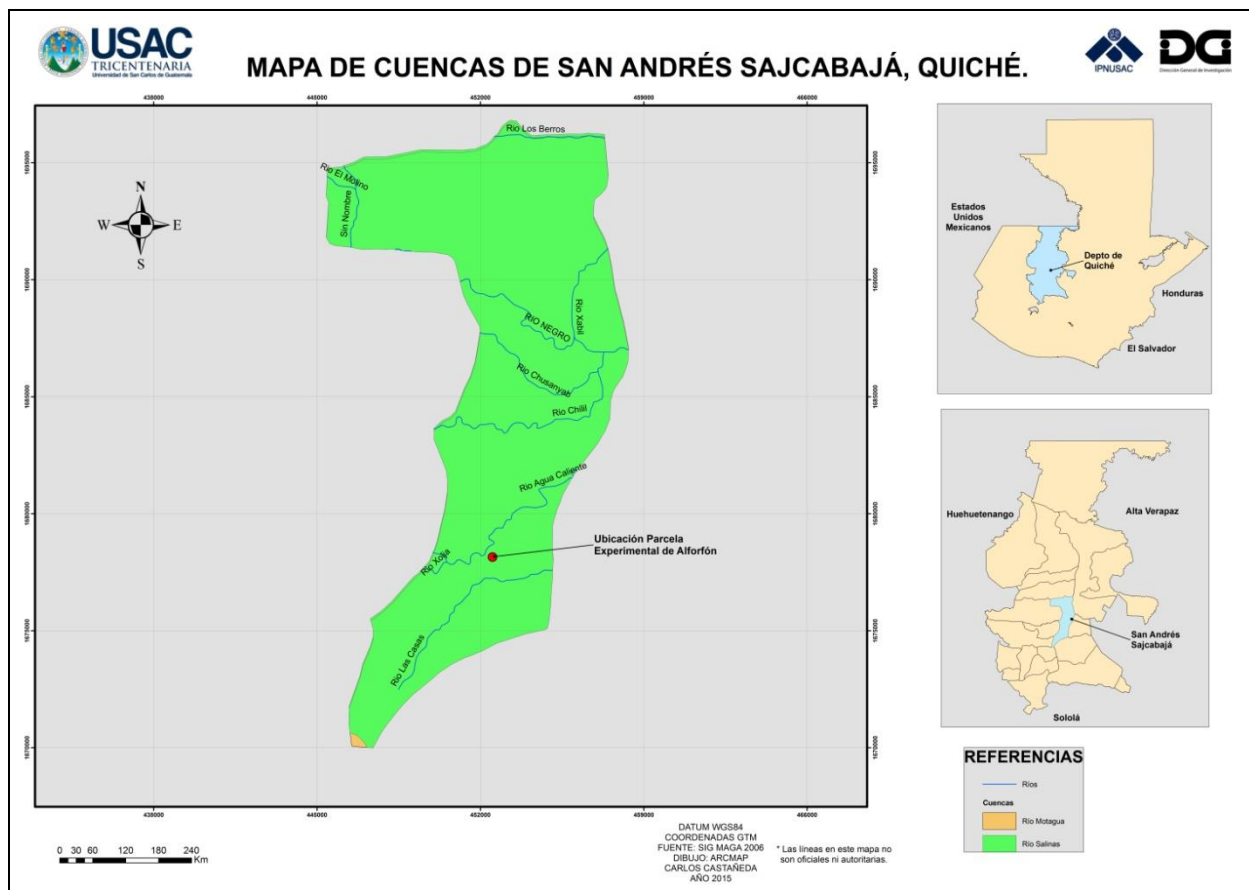


Figura 4. Mapa de Cuencas del municipio de San Andrés Sajcabajá, Quiché

- Contaminación Ambiental

Existen problemas de contaminación ambiental en el municipio, dentro de los cuales se pueden enumerar:

- Aguas servidas: solamente la cabecera municipal cuenta con drenaje las aguas servidas son drenadas a pequeños ríos alternos, no se dispone de una planta de tratamiento.
- Basura: los desechos sólidos generados por cada una de las viviendas son recolectados por los residentes de las mismas, quemadas en los patios de las casas o las van a depositar al basurero municipal. La municipalidad únicamente se encarga de recolectar la basura en donde se realiza los días de plaza y parque central.

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.

- Protección de Fuentes de Agua

La protección de fuentes de agua o nacimientos se caracteriza como un conjunto de prácticas que se aplican con el objetivo de mejorar las condiciones de producción de agua, en cantidad y calidad, reducir o eliminar las posibilidades de contaminación y optimizar las condiciones de uso y manejo.

En el municipio, las comunidades tienen el servicio de agua potable domiciliar, estos sistemas cuentan con un adecuado sistema de protección de fuentes, ya que en los nacimientos se construyeron captaciones. Sin embargo, algunos pobladores de las comunidades no cuentan con el servicio de agua domiciliar y obtienen el líquido de fuentes abiertas las que son compartidas por personas y animales domésticos y silvestres, esto provoca contaminación de origen orgánico, por la baba, heces y orín de los animales u hojas y frutos que caen de los árboles cercanos.

3.1.5. Recursos Naturales

- Identificación y uso actual de fuentes de agua

Las fuentes de agua actualmente son utilizadas para consumo humano a través de sistemas de agua potable domiciliar y en algunos casos esporádicos para la irrigación agrícola, principalmente en cultivos como el tomate y el ejote francés, aunque esto es la excepción y no la regla.

Generalmente el agua para consumo humano es obtenida de nacimientos de agua; también existen algunas corrientes superficiales dentro de las que se pueden mencionar los ríos Tucunel, Chilil, Lililla, Mixcolajá, Dos Ríos y el río Grande o Chixoy. Actualmente existen 3 sistemas de mini-riego, ubicados en las aldeas Buena Vista, Lililla y Catoyac-Parrequená.

3.1.6. Demografía

San Andrés Sajcabajá es uno de los municipios que cuenta con una población baja, representa el 2.90 por ciento del departamento, ésta es también bastante joven, ya que casi el cincuenta por ciento está comprendida entre las edades de 0 a 14 años. Por otro lado, la ruralidad del municipio se pone de manifiesto, con un poco más del noventa por ciento de la población asentada en el campo. Esto se detalla en la tabla 4.

Tabla 3. Población, sexo, grupos de edad y residencia.

Población	Sexo		Grupos de edad						Área	
	Total	Hombres	Mujeres	0-6	7-14	15-17	18-59	60- 64	Más de 65	Urbana
19,035	9,356	9,679	4,355	4,526	1,264	7,890	343	657	1,875	17,160

Instituto Nacional de Estadística INE, 2002

De acuerdo a la extensión territorial del municipio, la densidad de población se estima en 43 habitantes por kilómetro cuadrado.

3.1.7. Indicadores de Bienestar Social

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD (2005) en su informe nacional de desarrollo humano para el año 2,005 refiere que el municipio de San Andrés Sajcabajá presenta un Índice de Desarrollo Humano (IDH) de 0.485, con un 88.6% de la población en condiciones de pobreza y un 37.7% de la misma en pobreza extrema.

- Salud

De acuerdo con estadísticas publicadas en la Memoria de Labores del Año 2,010 de la Dirección de Área de Salud del Quiché referidas por SEGEPLAN (2011) en el Plan de desarrollo territorial del municipio, los principales indicadores del sector salud en el municipio son los presentados en la tabla 4.

Las enfermedades que más afectan a la población son: Parasitismo Intestinal, desnutrición, anemia, infecciones respiratorias, bronconeumonías, paludismo, amebiasis intestinal e infecciones de la piel.

Tabla 4. Indicadores de salud

Tasas	%
Tasa de mortalidad al nacer (neonatal)	7.69
Tasa Pos-Neonatal	12.09
Tasa de mortalidad infantil	19.78
Tasa de Mortalidad de 1 a 4 años	3.46
Tasa de mortalidad materna	109.89
Tasa de Natalidad	50.41
Tasa global de fecundidad	223.04
Tasa de mortalidad general	4.99
Crecimiento Vegetativo	45.42
Esperanza de vida años promedio	65 años

SEGEPLAN 2011

El recurso humano para prestación de servicios de salud en el municipio es: 1 médico, 1 técnico en salud rural, 1 inspector de saneamiento ambiental, 5 auxiliares de enfermería, 32 comadronas, 84 voluntarios en salud.

En el municipio existe 1 centro de salud tipo B, 1 puesto de salud y 12 centros de convergencia.

- Educación

En el nivel primario el municipio cuenta con cobertura en la mayoría de las comunidades y las escuelas son de 2 aulas con cobertura de primero a sexto grado, la cantidad de maestros, escuelas y alumnos en cada nivel educativo se presentan en la tabla 5.

Tabla 5. Cantidad de maestros, escuelas y alumnos por nivel, año 2,010

Nivel	Maestros	Escuelas	Alumnos
Pre-primaria	6	5	142
Primaria	68	38	2,450
Básico	7	1	183
Diversificado	0	0	
Totales	81	44	2,775

SEGEPLAN 2011

De acuerdo con estadísticas de CONALFA reportadas por SEGEPLAN (2011), al año 2,008 en el municipio se registró un índice de analfabetismo del 80.0 %.

- Cultura

La fiesta principal es la que se realiza en honor del apóstol San Andrés del 25 al 30 de noviembre, siendo el día 30 el más importante.

En la mayoría de comunidades del municipio se acostumbra celebrar los días que se oficia misa en la iglesia de la comunidad, lo cual ocurre 2 veces al año en fechas variables. Se acostumbra también celebrar la semana santa y el día de todos los santos.

Los días de mercado en la cabecera municipal son jueves y domingo y a este asisten los habitantes de las aldeas y caseríos del municipio.

3.1.8. Aspectos de infraestructura y servicios

- Sistema vial y transporte

La carretera de Santa Cruz del Quiché hacia la cabecera municipal de San Andrés Sajcabajá tiene una longitud de 37 kilómetros, de los cuales 7 son asfaltados y 30 son de terracería en buenas condiciones. De la cabecera municipal hacia las comunidades, las carreteras son de terracería, transitables, en regulares condiciones, pero con necesidad de mantenimiento constante, especialmente en época de lluvias. Del municipio hacia la cabecera departamental existe servicio de bus diario, mientras que de San Andrés hacia las comunidades los pobladores se desplazan a pie o en pick ups que prestan el servicio de transporte.

- Sistema de Electrificación

Existe cobertura de la red eléctrica nacional en la cabecera municipal y en muchas comunidades del municipio. El alumbrado eléctrico junto con la utilización de candelas representa el 64.17 y 22.09 por ciento respectivamente, siendo estos dos tipos los más representativos.

- Sistema de Agua Potable

En cuanto a disponibilidad de servicio de agua para los hogares predomina la categoría de acceso por tubería, con el 70.00 por ciento del total. De acuerdo a datos del INE, en el censo del 2002 se registró un 74.6 por ciento de hogares a nivel nacional con acceso a agua por tubería.

- Sistemas de riego

Actualmente existen 3 sistemas de mini-riego, ubicados en las aldeas Buena Vista, Lililla y Catoyac-Parrequená los cuales se utilizan para regar tomate, cebolla y ejote, este riego es poco tecnificado, con conducción de agua usando mangueras de polietileno y con un solo aspersor o mariposa para aplicación de la lamina de agua.

- Saneamiento básico

Solo la cabecera municipal cuenta con drenaje sanitario, en el resto de comunidades utilizan letrinas para deposición de excretas y la cobertura de la letrinización no es total, por lo que muchas familias aún realizan sus deposiciones a flor de tierra en los campos cercanos a las viviendas.

3.2 Tipo de Investigación

Se realizó una investigación de tipo experimental, cuyas variables fueron:

1. Cualitativas: Caracterización del desarrollo fenológico del cultivo y calidad nutricional de grano cosechado,
2. Cuantitativa: Determinación del rendimiento del cultivo en kilogramos de grano por hectárea.

3.3. Técnicas e instrumentos

La investigación se realizó con la siguiente metodología:

- a. Investigación bibliográfica: Revisión de literatura existente a nivel internacional y a nivel nacional.
- b. Ubicación geográfica: Caracterización de la zona de estudio mediante investigación bibliográfica en aspectos climáticos, utilizando registros históricos de la estación Chinique del INSIVUMEH (2015), que es la más cercana al sitio de la parcela experimental; y medio ambientales, se realizó además muestreo de suelos, para ello se tomó una muestra de suelo compuesta, homogenizada en la parcela experimental que fue analizada en parámetros físicos y químicos en el laboratorio del suelos de la Facultad de agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

- c. Preparación del terreno: Sin mecanización. Se utilizó mano de obra local y aperos de labranza.
- d. Siembra y cuidados culturales durante el desarrollo del cultivo: La siembra fue manual, el control de malezas se hizo con aperos manuales. No se aplicaron plaguicidas ni fertilizantes químicos.
- d. Corte: Manual.
- e. Secado del grano: Este puede hacerse al aire libre, pero la prevalencia de las lluvias y el clima demasiado húmedo obligo a que secase a la sombra, mediante el efecto del ambiente, sin uso de secado artificial.
- f. Obtención del grano: Una vez lograda la humedad adecuada se desgrano en forma manual.
- g. Limpia del grano: Manual, ventilado al aire libre.
- h. Pesaje y ensacado del grano: Se peso el grano para determinar el rendimiento haciendo uso de una balanza marca My Weight HD300 con una precisión de 0.1 libras y se guardo en sacos de manta.
- i. Realización de análisis bromatológico (químico-proximal) a una muestra homogenizada de 1 libra del grano obtenido, el cual fue analizado en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

3.4. Muestreo

A un inicio no se planificó realizar muestreo estadístico pues se consideró el desarrollo fenológico como un aspecto cualitativo, sin embargo ante la necesidad de registrar la altura de las plantas a lo largo del ciclo de cultivo, se tomaron lecturas de altura promedio de las mismas. El universo estuvo constituido por todas las plantas sembradas en la parcela. El tamaño de este no era conocido pues la forma de siembra no fue por posturas.

La fórmula empleada para determinar el tamaño de la muestra fue entonces:

$$n = \frac{Z\alpha^2 \cdot p \cdot q}{i^2}$$

Donde:

Z_{α^2} = valor correspondiente a la distribución de Gauss $Z_{0.05}=1.96$

p= Prevalencia esperada del parámetro a evaluar (Sí se desconoce 0.5)

q= 1 – p

i= Error (10% = 0.1)

Sustituyendo valores en dicha fórmula se obtuvo un tamaño de muestra de 96.04 se tomaron entonces 100 mediciones de altura cada vez que se midió este parámetro, se obtuvo la media aritmética de cada medición para así reportar una altura promedio de plantas en cada nivel de desarrollo.

3.5. Operacionalización de las variables

Las variables y su forma de análisis se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Operacionalización de las variables de la investigación.

Tipo de variable	Dimensional	Forma de análisis
Cualitativa	Días a la aparición de determinada característica	Descripción de las diferentes etapas fenológicas del cultivo principalmente: Días a la germinación, días al apareamiento de primeras hojas verdaderas, etapa de desarrollo vegetal, días al inicio de floración, días al inicio de la formación de grano, días a la cosecha. También se registro incidencia a plagas y enfermedades y cualquier otro aspecto agronómico relevante. Se hizo una observación semanal.
Cuantitativa	Kilogramos/hectárea	Pesaje del grano cosechado, secado y limpio para determinar el rendimiento.
Cuantitativa	Diferentes parámetros, algunos en porcentaje y otros en gramos y miligramos	Análisis bromatológico para determinar porcentaje de proteínas, carbohidratos, grasas, fibra, etc. Se analizo una muestra homogénea de una libra de grano la que se envió a al laboratorio de bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la USAC.

4. RESULTADOS

4.1. Resultados por objetivo

4.1.1. Caracterización del ciclo agronómico del cultivo

El proceso de investigación surgió bajo la premisa de evaluar la adaptación del cultivo de alforfón a las condiciones agroambientales del municipio de San Andrés Sajcabajá, el cual se considero como referente de aquellos municipios del país que se encuentran inmersos en condiciones de pobreza y pobreza extrema, altamente rurales y con suelos y condiciones climáticas poco apropiadas para la agricultura cuando esta se realiza sin el uso de prácticas y tecnología agrícola tales como fertilización e irrigación.

La parcela experimental se ubico en el municipio de San Andrés Sajcabajá, departamento de Quiché, en las coordenadas geográficas 15° 10' 13.7" de latitud Norte y 90° 56' 41.0" de longitud Oeste, a una altitud 1,283 metros sobre el nivel del mar. En la figura 5 puede apreciarse una fotografía de la parcela.



Figura 5. Vista de la parcela experimental

Las dimensiones de la parcela fueron de 90 metros de longitud por 40 metros de ancho para una superficie de 3,600 metros cuadrados.

Previo a la preparación del suelo en la parcela experimental, se realizó la toma de muestra de suelos para determinación de características físicas y químicas del mismo, para ello se obtuvo una muestra de suelo compuesta, producto de la toma de muestras simples al azar. La muestra se analizó en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el cual reportó los siguientes resultados:

Tabla 7. Resultados análisis de suelos

pH	ppm						Meq/100 gr				%	
	P	Cu	Zn	Fe	Mn	CIC	Ca	Mg	Na	K	SB	MO
5.8	114	1	4	30	29	13.6	7.7	1.6	0	0.5	72.5	2.6
Arcilla 13.90% Limo 31.12% Arena 54.98 Clase Textural; Franco Arenoso												

El área sembrada fue de 3,500 metros cuadrados, utilizándose para ello las veinte libras de semilla obtenidas. Aunque originalmente se planteó realizar la siembra en el mes de mayo, la ocurrencia en el país del fenómeno cíclico de “El Niño”, el cual generó un retraso en el inicio de la temporada de lluvias, provocó que hasta el día 12 de junio del 2015 se realizara la siembra, pues en esa fecha ya habían ocurrido algunas lluvias en el municipio y se podía inferir que la estación lluviosa había iniciado.

Siendo uno de los objetivos planteados en la investigación, el registrar el desarrollo fenológico del cultivo bajo las condiciones del área de estudio, se realizaron observaciones y mediciones de la altura de las plantas con una frecuencia semanal, obteniéndose con ello un registro detallado del comportamiento del mismo y permitiendo esto comparar su desarrollo con el reportado por la bibliografía en otros países.

Las mediciones fueron semanales, tomándose una muestra de 100 plantas elegidas al azar, obteniéndose con ello el promedio de altura en función de los días desde la siembra, así como también la identificación de los diferentes estados fenológicos del cultivo. Los datos recabados se presentan en la tabla 8.

Tabla 8. Registro del desarrollo del cultivo de alforfón

Días desde la siembra	Actividad	Datos recabados	Altura de plantas en centímetros	Desarrollo fenológico	Observaciones
0	Siembra	No hubo	0	Semilla	Fecha de siembra: 12-06-2015
5 a 8	Observación resultado siembra	Se tomo el dato de días necesarios para la emergencia de las plántulas a partir de la siembra.	0.5 - 1	Germinación y emergencia	Las plantas empezaron a emerger del suelo a los 5 días en su mayor parte y no más allá de 8 días después de la siembra.
8 a 12	Observación desarrollo de la planta	Las plantas al emerger poseen dos cotiledones. Estas falsas hojas son redondeadas y de 1.5 cm. de tamaño.	3	Desarrollo vegetativo mediante aprovechamiento de nutrientes seminales. (Cotiledones)	La planta es una dicotiledónea, por lo tanto su desarrollo inicial depende de los nutrientes acumulados en los cotiledones. Todavía no hay actividad fotosintética.
15	Observación desarrollo de la planta	Aparecimiento de primeras hojas.	7	Desarrollo vegetativo, aparecimiento de las primeras hojas verdaderas.	Las plantas se han visto afectadas por ataque de himenópteros del género Atta (zompopos) que han defoliado un 25% de las plantas.
20	Observación desarrollo de la planta	Tamaño de plantas y número de hojas.	22	Desarrollo vegetativo. Las plantas están creciendo rápidamente y ya presentan 4 hojas.	Las plantas poseen tallos suculentos de color rojizo con un grosor aproximado de 0.5 cms.
25	Observación desarrollo de la planta	Tamaño de plantas y número de hojas.	46	Desarrollo vegetativo. Las plantas se han elongado bastante y presentan hojas pecioladas en la parte inferior y sin peciolo en las partes altas.	Continúa el ataque de zompopos. Se localizaron sus nidos y se aplico Folidol en polvo.

Días desde la siembra	Actividad	Datos recabados	Altura de plantas en centímetros	Desarrollo fenológico	Observaciones
32	Observación desarrollo de la planta	Tamaño de plantas y flores.	67	Desarrollo vegetativo e inicio de la floración.	Empiezan a aparecer las primeras inflorescencias de color blanco en el ápice aéreo de las plantas.
38	Observación desarrollo de la planta	Tamaño de plantas y flores.	88	Continúa el desarrollo vegetativo y las plantas están completamente en floración.	Las flores continúan su desarrollo, se empieza a distinguir su forma.
45	Observación desarrollo de la planta	Tamaño de plantas y flores.	102	Continúa el desarrollo vegetativo y las plantas están completamente en floración.	Flores blancas reunidas en inflorescencias de 10 a 12 flores completas (gineceo y androceo). Formando grupos de 3 inflorescencias.
52	Observación desarrollo de la planta	Tamaño de plantas y flores.	117	Continúa el desarrollo vegetativo y las plantas están completamente en floreadas, inicia formación de fruto.	Algunas flores empiezan a tomar una coloración café y a formar fruto.
60	Observación desarrollo de la planta	Tamaño de plantas y flores.	138	Continúa el desarrollo vegetativo y las plantas están en formación de fruto.	
66	Observación desarrollo de la planta	Tamaño de plantas y flores.	150	Fructificación y maduración del fruto.	La mayor parte de las flores son de color café y han formado fruto. Algunas hojas han iniciado la senescencia.

Días desde la siembra	Actividad	Datos recabados	Altura de plantas en centímetros	Desarrollo fenológico	Observaciones
74	Observación desarrollo de la planta	Proceso de fructificación	*	Maduración del fruto.	El fruto que al inicio tenía en color blanquecino, ha tomado una coloración café. Su consistencia es blanda.
83	Observación desarrollo de la planta	Proceso de fructificación	*	Maduración del fruto.	Los frutos de alforfón han tomado un color café y se ha endurecido.
95	Observación desarrollo de la planta	Cosecha	*	Maduración del fruto.	Fruto con consistencia coriácea y color café.

* Ya no se midió pues el desarrollo vegetativo había concluido.

En general, siendo esta una primera experiencia en el establecimiento y manejo agronómico del cultivo, se busco caracterizar cada una de las etapas del cultivo, cuya fenología se presenta en forma gráfica en la figura 6.

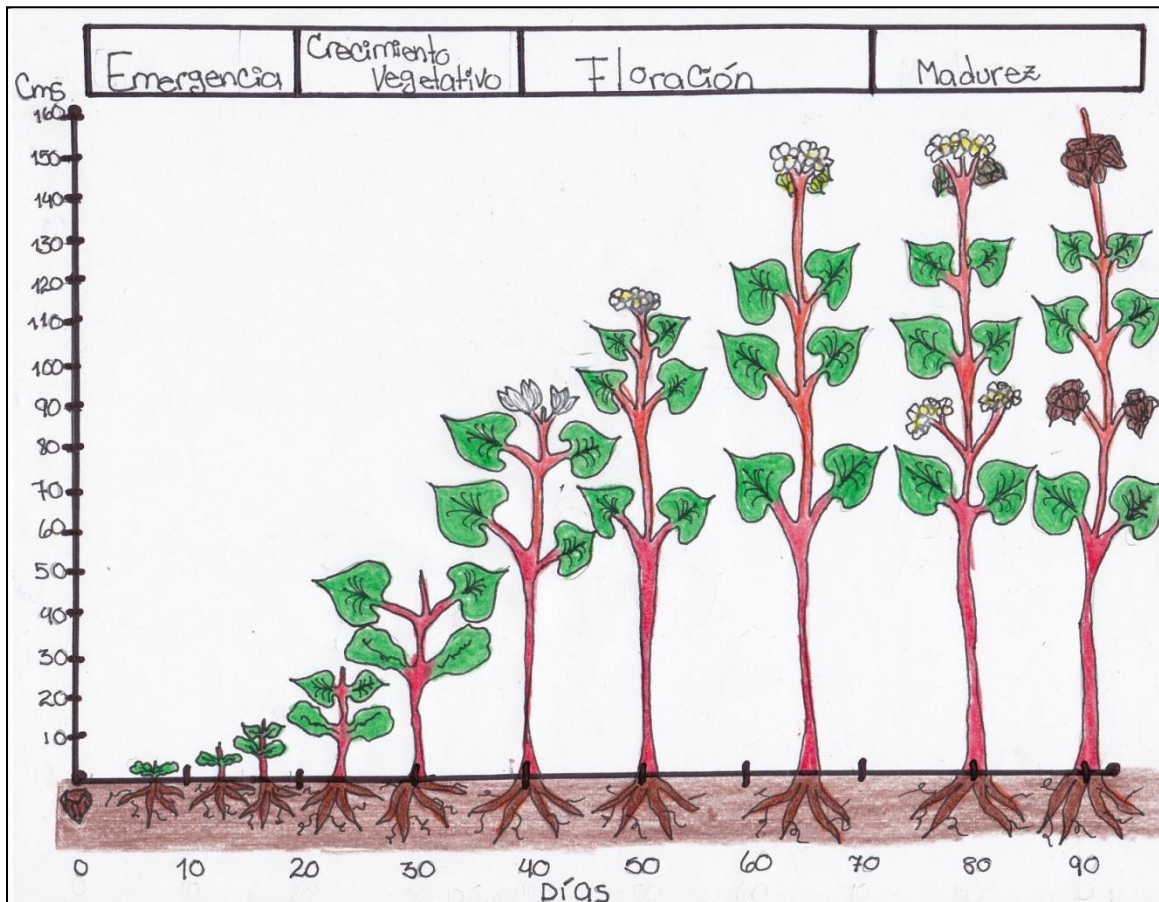


Figura 6. Desarrollo fenológico del cultivo de alforfón

4.1.2. Cuantificar el rendimiento de grano seco en Kg/Ha

Después de cosechado el grano, se limpió y seco bajo techo por un período de 15 días, una vez hecho esto, se peso el mismo y se tuvo un rendimiento de 694 libras en 3,500 metros cuadrados, equivalentes a una producción de 901.2 Kg/Ha.

4.1.3. Determinar la calidad nutricional del grano obtenido mediante análisis bromatológico

Una muestra de grano con un peso de 1 libra fue llevada al laboratorio de bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, realizándose un análisis químico proximal con los resultados presentados en la tabla 9.

Tabla 9. Resultados de análisis bromatológico

Base	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	Proteína Cruda %	Cenizas %	E.L.N. %
Seca	17.78	82.22	1.12	18	13.63	3.08	64.17
Como alimento	--	--	0.92	14.8	11.21	2.53	--

4.2. Matriz de resultados

En la tabla 10 se presenta la matriz de resultados de la investigación de acuerdo al cumplimiento de cada objetivo específico planteado.

Tabla 10. Matriz de resultados

Objetivo Específico	Resultado Esperado	Resultado Obtenido
1. Caracterizar el ciclo agronómico del cultivo.	Descripción del desarrollo del cultivo a lo largo del ciclo de producción.	Se describió el desarrollo del cultivo de alforfón desde la siembra hasta la cosecha. Se presenta gráficamente su desarrollo fenológico.
2. Cuantificar el rendimiento en grano en Kg/Ha	Rendimiento en Kg/Ha de grano	Rendimiento de 901.2 Kg/Ha de grano de alforfón.
3. Determinar la calidad nutricional del grano producido mediante análisis bromatológico.	Análisis bromatológico de muestra de alforfón para determinar calidad nutricional del grano cosechado.	1 lb de grano de alforfón cosechado en la parcela experimental fue analizada en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la USAC. Se obtuvo los resultados de análisis bromatológico de la muestra.

4.3. Impacto esperado

El principal aporte que el proceso de investigación ha tenido, es generar una base de conocimiento de la adaptación que el cultivo tiene en condiciones de suelo y clima poco favorables en un municipio de alta incidencia de pobreza y pobreza extrema de Guatemala, así como la detección de la incidencia de plagas en el mismo y el establecimiento de su comportamiento a lo largo de las diferentes etapas fenológicas del cultivo.

De lo experimentado en la fase de campo se puede inferir que el cultivo si es apto para ser cultivado en el país, sin embargo se requiere de más experiencias de campo para comprender a mayor profundidad las prácticas apropiadas para el manejo agronómico del mismo.

Los agricultores del municipio, se interesaron por conocer del mismo, se les brindo información y se les regalo semilla para que la siembren y experimenten con el cultivo. No se ha evaluado la aceptación que el consumo del grano pueda tener, sin embargo también se detecto la posibilidad de comercializar el grano en el mercado de productos naturales gourmet pues el grano está libre de gluten, por lo que de no materializarse la producción de alforfón para autoconsumo de las familias inmersas en la agricultura de subsistencia, el mismo si puede convertirse en un producto comercializable con buen precio y con una demanda pequeña pero con bastante posibilidad de incrementar.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Caracterización del ciclo agronómico del cultivo

Para evaluar la adaptación del cultivo se realizó la siembra de semilla de alforfón obtenida localmente, pues el primer desafío enfrentado en el proceso de esta investigación fue precisamente la obtención de semilla, pues la misma no es comercializada en el país. Para ello se realizó la gestión requerida por ley de obtener la licencia de comercializador de semillas, mediante inscripción en la Dirección de Fitozoogenética y Recursos Nativos, Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Dicha licencia fue obtenida con fecha 9 de marzo del 2015 y facultaba al proyecto de investigación, para realizar la importación de dicha semilla (ver copia de licencia de comercializador de semillas en anexo); sin embargo para realizar la compra, la Dirección de Fitozoogenética y Recursos Nativos requería además que el vendedor en el extranjero respondiera a una serie de requisitos, los cuales ninguno de los proveedores de semilla contactados estuvo dispuesto a solventar debido a la complejidad y tiempo requeridos para darle cumplimiento. Fue así como a través de la Fundación Rescate Ambiental, se contacto a una profesional que realizó su tesis de investigación en el cultivo de alforfón en el departamento de Quetzaltenango durante el año 2014, de quien se logró obtener 20 libras de semilla para la siembra de la parcela experimental.

De los resultados del análisis del suelo de la parcela, el cual es característico del municipio, se obtuvo que la textura del suelo es apropiada, el pH ligeramente ácido, los niveles de fósforo (P), hierro (Fe) y manganeso (Mn) por encima de los parámetros normales, el calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na) y potasio (K), dentro de los parámetros normales y un contenido bajo de materia orgánica, lo cual indica también un bajo nivel del elemento nitrógeno (N) en el mismo. En general el suelo de la parcela, no presenta niveles de fertilidad adecuados, con una disponibilidad de nitrógeno estimada en 32 Kg/Ha, lo cual aunque en apariencia pudo ser motivo para descartar su uso, se constituyó sin embargo en un factor para su selección, ya que una de las características de interés del alforfón es su adaptabilidad a suelos pobres, como los que generalmente cultivan los agricultores de la zona, inmersos en la agricultura de subsistencia.

Vazhov, Kozil y Odintsev (2013) reportan que el cultivo emerge del suelo generalmente 5 a 8 días después de la siembra, en ello la emergencia de las plantas en la parcela experimental

tuvieron un comportamiento comparable pues las primeras plántulas emergieron en su mayoría a los 5 días de la siembra y en su totalidad antes de los 8 días de sembradas, observándose aún casos en que la emergencia ocurrió tan pronto como 3 días después de la siembra.

Aunque la información bibliográfica reporta incidencia de plagas como áfidos y gusanos cortadores sobre el cultivo, en el caso de la parcela experimental se experimentó desde el inicio de la fase de campo el ataque de insectos pertenecientes al orden Hymenoptera y género *Atta*, conocidos comúnmente como zompopos; estos causaron la pérdida de alrededor del 30% de la superficie sembrada y se hizo necesario realizar una resiembra. Esta predilección de los zompopos por el alforfón puede deberse a lo succulento que son su tallo y sus hojas; aunque pudiera ser producto también de condiciones propias del lugar, es recomendable continuar evaluando el cultivo en otras localidades para verificar si continua la incidencia de los zompopos como plaga o bien el apareamiento de otras. No se presentó incidencia de enfermedades de tipo bacteriano o por hongos.



Figura 7. Daño causado por zompopos *Atta* sp. Fabricius

El crecimiento de las plantas durante su periodo de desarrollo vegetativo fue al igual que la emergencia, concordante con lo reportado por la bibliografía, la floración también inicio alrededor de los 30 días después de la siembra, observándose la aparición de inflorescencias en forma de racimos terminales con flores de color blanco, con 5 pétalos. El ataque de zompopos continuo afectando en esta fase, provocando daños a alrededor del 25% de la parcela.

Aproximadamente a los 52 días después de la siembra, inicio la formación de fruto. Las plantas son muy atractivas para los insectos polinizadores, siendo significativa la presencia de himenópteros de los géneros *Apis* y *Bombus* conocidos comúnmente como abejas y abejorros, los cuales juegan un papel importante en su polinización. El fruto al inicio tiene un color blanco y una consistencia blanda, pero con el tiempo, alrededor de los 70 días desde la siembra, el fruto toma una coloración café y empieza a endurecerse.

La cosecha del cultivo se realizo a los 95 días después de la siembra, la bibliografía reporta que el cultivo se cosecha en un intervalo de 65 a 90 días después de sembrarlo, sin embargo hubo una serie de factores que incidieron en cosechar hasta el día 15 de septiembre del 2015, los cuales se discuten a continuación.

A pesar de que al inicio se creyó que por la calidez de nuestro clima el ciclo de producción podría acortarse, esto no ocurrió, el cultivo cumplió con el intervalo teórico de 65 a 90 días, Vazhov, Kozil y Odintsev (2013) reportan intervalos de 70 a 78, sin embargo, la forma en que la planta florece, en forma gradual, ocasiono que las flores que aparecieron primero empezaran a formar fruto mientras otras aparecían 30 días después. La inexperiencia en el manejo del cultivo y el querer llevarlo a su máximo desarrollo hizo que la fecha de cosecha se fuera retrasando esperando llegar a un máximo de 90 días, sin embargo las lluvias que habían sido escasas a lo largo del ciclo de producción, se hicieron frecuentes a finales de la primera semana de septiembre, esto creo dificultades para cosechar pues el grano se encontraba bastante húmedo.

Lo anterior genero otro problema, el retraso en la cosecha y la alta humedad del grano provoco que el mismo empezara a germinar aun en la planta, por lo que se tuvo que tomar la decisión de cosechar a pesar de las lluvias y humedad y trabajar en el sacado del mismo a manera de no perder más grano.

En general, las etapas fenológicas del cultivo de alforfón se pueden establecer según nuestro criterio en 4 grandes fases: La inicial es la fase de emergencia que abarca desde la siembra y germinación de la semilla hasta el apareamiento de las primeras hojas verdaderas, con una duración de 8 días desde la siembra. La segunda fase de crecimiento vegetativo acelerado la cual abarca aproximadamente treinta días hasta el apareamiento de las primeras flores. La tercera fase, es la de floración en la cual la planta manifiesta el apareamiento y desarrollo de inflorescencias apicales y axilares, con una duración de treinta días y finalmente una cuarta fase, a la que hemos denominado de madurez, en la cual ocurre la fructificación y maduración. Esta última fase se sobrepone con la de floración, ocurriendo que mientras que la planta está ya fructificando y madurando el grano, surgen nuevas inflorescencias lo cual dificulta en algún grado la decisión del tiempo de cosecha.

5.2. Cuantificar el rendimiento en Kg/Ha

Después de cosechado el grano, se limpio y seco bajo techo por un período de 15 días, una vez hecho esto, se peso el mismo y se tuvo un rendimiento de 694 libras en 3,500 metros cuadrados, equivalentes a una producción de 901.2 Kg/Ha.

El rendimiento es inferior al reportado por la bibliografía, pues Penagos (1959) refiere que en Europa se reportan rendimientos de 1,300 a 2,900 Kg/Ha y en el país, rendimientos de 1,340 Kg/Ha.

Esta producción por debajo de lo reportado, se atribuye a las condiciones climáticas que imperaron a lo largo del ciclo de producción, debido al fenómeno del niño, las lluvias en la zona de estudio fueron escasas y con largos intervalos entre ellas. El alforfón es un cultivo resistente a las sequias aunque es afectado en su rendimiento de acuerdo a lo reportado por Yoon, Jang y Jeong (2004) y este hecho fue comprobado plenamente en el campo pues ante los periodos secos entre lluvias, la planta se marchitaba pero recuperaba su turgencia rápidamente cuando la humedad se restauraba gracias a la lluvia.

Para respaldar esta afirmación de incidencia de la sequia en el desarrollo y rendimiento del cultivo, se obtuvo en el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH 2015), el registro de lluvia diario para la estación Chinique, que es la más cercana al sitio de la parcela experimental y se comparo la precipitación ocurrida durante los

meses de mayo a septiembre con los promedios reportados durante 21 años para esa misma estación, obteniéndose que la lluvia fue significativamente menor durante el presente año, como se aprecia en la figura 8.

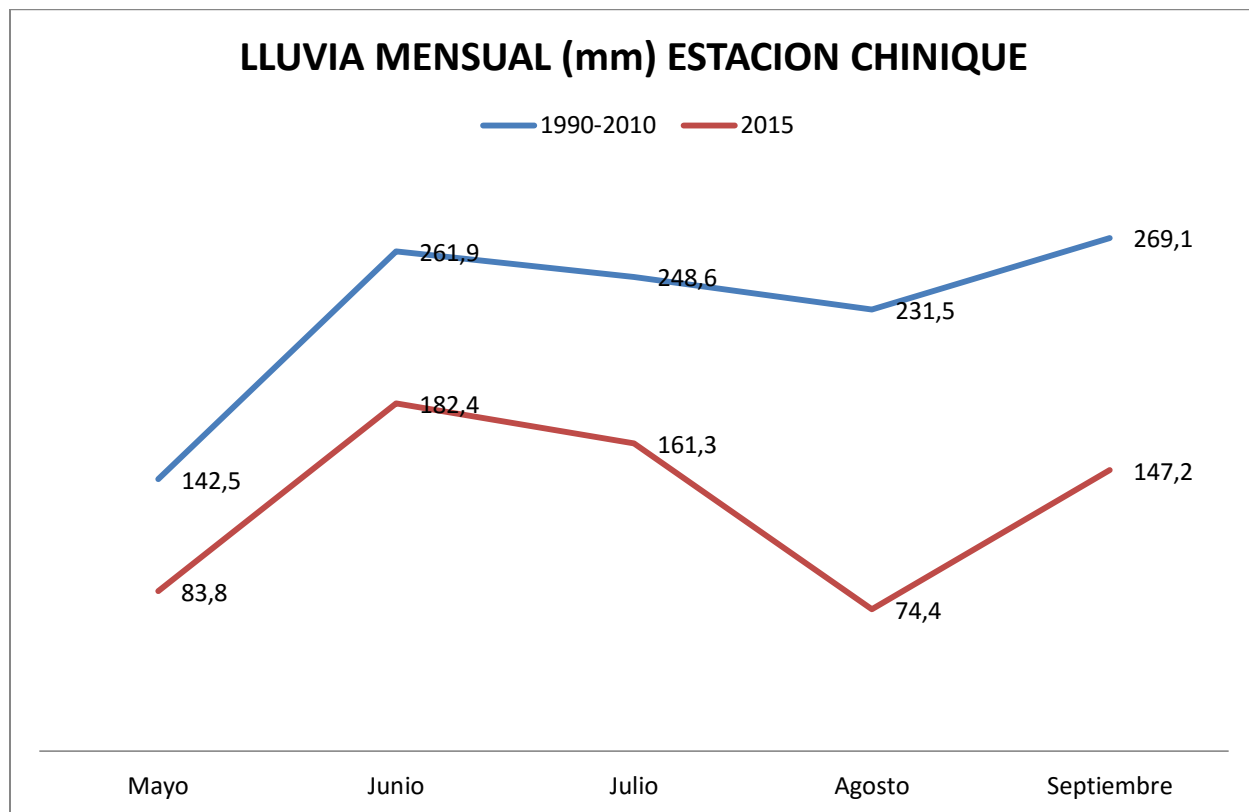


Figura 8. Lluvia mensual en mm, estación Chinique, Quiché

Es evidente al observar la gráfica, que durante la fase de campo del cultivo entre los meses de junio a septiembre, las precipitaciones en la zona fueron alrededor de 40% menores a las que comúnmente ocurren y han sido registradas históricamente por el INSIVUMEH. Los intervalos de sequía también tuvieron incidencia, generalmente estos periodos tuvieron una duración de entre 5 a 8 días, sin embargo, las lluvias que rompían la sequía, en muchos de los casos no rebasaban los 5 mm, cantidad insuficiente para satisfacer la demanda hídrica de un cultivo, por lo que realmente algunos periodos de sequía alcanzaron fácilmente los 12 días antes de presentarse alguna precipitación significativa.

Aunque el cultivo resistió dichos periodos de sequía, se considera que fue el factor que más incidió en obtener una producción baja en relación a los reportes de rendimiento ya mencionados.

5.3. Determinar calidad del grano producido mediante análisis bromatológico

Mediante el análisis bromatológico de una muestra homogénea de grano de alforfón producido en la parcela experimental, el cual se realizó en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se evaluó el contenido de fibra cruda, proteína cruda, cenizas, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno, de lo cual se puede interpretar lo siguiente:

El contenido de fibra cruda es alto, alcanzando un 18%, el cual está dentro del rango aceptable de este parámetro, pero indica que hay un contenido de fibra no digerible en valores cercanos al límite máximo recomendable para alimentos humanos. El contenido de cenizas, el cual indica el porcentaje de contenido mineral del grano, fue de 3.08%, porcentaje esperable para una muestra de semillas vegetales.

El contenido de grasas el cual se interpreta a partir del extracto etéreo, corresponde a un 1.12% y el de carbohidratos solubles a un 64.17% los cuales están también dentro de los parámetros comúnmente reportados en granos como el maíz y el trigo.

El porcentaje de proteína cruda de 13.63% es bastante aceptable y ligeramente superior al comúnmente reportado para granos como el maíz que es de alrededor del 10% y en el rango medio del trigo, el cual varía entre 8 a 20%.

En nuestro país se realizó investigación en trigo sarraceno durante los años cincuenta y sesenta, a continuación se presentan resultados de composición química proximal reportados por Penagos (1959) y los obtenidos en esta investigación los cuales se presentan en la tabla 11.

Tabla 11. Composición química proximal de grano de alforfón cultivado en Guatemala

Parámetro	Penagos 1959	Parcela Experimental, 2015
Materia Seca Total %	87.6	82.22
Extracto Etéreo (%)	2.4	1.12
Fibra Cruda (%)	13.8	18
Proteína Cruda (%)	12.7	13.63
Cenizas (%)	2.4	3.08
Extracto Libre de Nitrógeno	64	64.17

Al comparar los resultados de Penagos (1959) con los de ésta investigación, se tiene que los resultados son bastante similares, se puede apreciar que el contenido proteico del grano producido durante esta investigación es 1% mayor que la cosechada por Penagos, además el contenido de cenizas, que corresponde a la fracción mineral, fue mayor en la obtenida por este equipo de investigación, aspecto que puede deberse al alto contenido mineral del suelo de la parcela experimental.

A pesar del bajo contenido de nitrógeno natural en el suelo de la parcela experimental, además del hecho de no haber realizado fertilización al cultivo, se considera que el cultivo fue eficiente en la absorción de nitrógeno, hecho respaldado por la similitud de contenido de Extracto Libre de Nitrógeno del grano obtenido con los resultados de Penagos.

6. CONCLUSIONES

6.1. El cultivo se desarrollo apropiadamente en suelos pobres con alto contenido mineral y bajo condiciones de déficit hídrico, esto permite afirmar que puede ser una alternativa de producción en áreas poco aptas para la agricultura, donde generalmente la población dependiente de la agricultura es pobre y lucha contra el hambre y la falta de ingresos constantemente.

6.2. El alforfón es un cultivo de alto contenido proteico, adaptable a condiciones ambientales del área de estudio y por inferencia fácilmente adaptable a las condiciones agroambientales del país.

6.3. El ciclo de cultivo del alforfón tuvo una duración de 90 días, el cual corresponde a la duración referida en otros países, se estima que este ciclo podría reducirse en Guatemala si las condiciones meteorológicas no presentan cambios drásticos.

6.4. La disminución del nivel de precipitación pluvial durante el año 2015, estimado en un 40% menos que el patrón normal para la zona de estudio, incidió directamente en la duración del ciclo de vida del cultivo y en su rendimiento.

6.5. El rendimiento de 901.2 kilogramos por hectárea obtenido en la parcela experimental fue inferior a los 1,340 reportados en experiencias previas en el país, esto se debió a la incidencia del clima, principalmente la lluvia; la cual debido al fenómeno del niño, fue un 40% menor a la norma durante la temporada de cultivo.

6.6. El alforfón demostró una efectiva resistencia a periodos prolongados de sequia, la planta resiste dichos fenómenos, aunque su crecimiento y rendimiento se ven afectados.

6.7. La calidad del grano de alforfón obtenido fue satisfactoria, con un contenido proteico superior al generalmente presentado por el maíz y similar a los valores medios del trigo.




7. REFERENCIAS

- Christa, K., Soral-Šmietana, M. (2008). Buckwheat grains and buckwheat products, nutritional and prophylactic value of its components - a review. *Czech Journal of Food Sciences*, 26:153-162.
- 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.
- Friedman, M. (1996). Nutritional value of proteins from different food sources. A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(1), 6-29.
- Instituto Nacional de Estadística. (2002). *XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación*. 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. (2015). *Registros climáticos de la estación Chinique*, departamento del Quiché. Guatemala: Autor.
- Penagos, M.D. (1959). *Valiosas investigaciones sobre el trigo sarraceno como fuente de proteínas*. En: Primer Congreso Nacional de Ingeniería y Arquitectura. Guatemala, abril, 1959. Guatemala, Colegio de Ingenieros.
- 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.

- Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia, SEGEPLAN. (2011). *Plan de desarrollo territorial del municipio de San Andrés Sajcabajá, Quiché*. Guatemala. Dirección de Planificación Territorial.
- 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.
- 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.
- Tomic, G. 1978. *Evaluación tecnológica y nutricional del trigo sarraceno y fracciones de molinería en sistemas alimenticios*. (Tesis de Maestría). Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos. Guatemala.
- Torres R., E. (1995). *Agro meteorología*. Editorial Trillas, S.A. de C. V. México, D.F. p. 154.
- 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. Review on buckwheat allergy. (1996). *Allergy*, 1996(51), 661-665.
- 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. *Advances in Buckwheat Research*, 465.

8. APENDICE

8.1. Licencia de comercializador de semillas

 Gobierno de Guatemala Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación	No. 635507 VICEMINISTERIO DE SANIDAD AGROPECUARIA Y REGULACIONES DIRECCION DE FITOZOOGENETICA Y RECURSOS NATIVOS 7ª. Avenida 12-90, Zona 13, Guatemala, Ciudad Teléfono: 2413-7469
Registro No. <u>DFRN- 157-2,015</u>	
LICENCIA DE COMERCIALIZADOR DE SEMILLAS	
La Dirección de Fitozoogenética y Recursos Nativos, encargada de dar cumplimiento a las normas que regulan la comercialización, exportación e importación de semillas, otorga la presente licencia	
A LA EMPRESA:	<u>Carlos Guillermo Castañeda Acevedo.</u>
DIRECCIÓN:	<u>Avenida B, -92 Zona 11,</u>
TELEFONO (S):	_____
SEMILLA A COMERCIALIZAR	<u><i>Fagopyrum esculentum (Alforfón, Trigo Sarraceno) en General.</i></u>
Por lo que se autoriza para que pueda ejercer tales funciones.	
FECHA DE VENCIMIENTO:	<u>31 de diciembre, del 2,015</u>
Guatemala, <u>09</u> de <u>Marzo</u> de <u>2,015</u>	
Vo.Bo.	 
Ing. Agr. MSc. Roberto Cobaqui Director de Fitozoogenetica y Recursos Nativos VISAR-MAGA	
DFRN-01-R-027	

8.2. Resultado análisis de suelos



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA



LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"

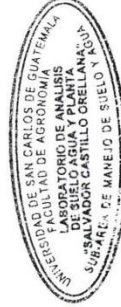
INTERESADO: CARLOS CASTAÑEDA
PROCEDENCIA: SAN ANDRES SAJCABAJA, QUICHE
FECHA DE INGRESO: 27/4/2015

ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

IDENTIFICACION	pH	ppm						Meq/100 gr				%	
		P	Cu	Zn	Fe	Mn	CIC	Ca	Mg	Na	K	SB	M.O
RANGO ADECUADO	6-6.5	12-16	2-4	4-6	10-15	10-15	20-25	4-8	1.5-2	-----	0.27-0.38	75-90	4-5
M-1	5.8	114	0.50	4.00	29.50	29.00	13.64	7.73	1.56	0.10	0.49	72.45	2.57

ANALISIS FISICOS DE SUELOS

IDENTIFICACION	%		CLASE TEXTURAL
	Arcilla	Limo	
M-1	13.90	31.12	FRANCO ARENOSO



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

8.3. Resultado análisis bromatológico



Elaborado por: Aura Marina de Marroquín
 Autorizado por: Lic. Miguel Ángel Rodenas



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

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

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

CIUDAD, GUATEMALA,
 DEL 12 AL 13 -10-2015.

Dirección:
 Fecha de realización:

CARLOS CASTAÑEDA,
 05-10-2015.

Solicitado por:
 Fecha de recibida la muestra:

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA CRUDA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. Pepsina %	P.H. kcal/kg	TND %	E.B. kcal/kg	
1212	GRANO DE ALFORFÓN	SECA	17.78	82.22	1.12	18.00	13.63	3.08	64.17										
		COMO ALIMENTO			0.92	14.80	11.21	2.53											
		SECA																	
		COMO ALIMENTO																	
		SECA																	
		COMO ALIMENTO																	
		SECA																	
		COMO ALIMENTO																	

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

TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA: 1



[Signature]
 T. José A. Morales S.
 LABORATORISTA

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

Resultados 2015/630
 16/10/15

PRUEBA	MÉTODO DE REFERENCIA	APLICABLE	UNIDADES	RANGO	INCERTIDUMBRE
Materia Seca	AOAC: 930.15	4,8,9	%	85 a 100	
Materia Seca	Baleman 6.111	1,2,5,6	%	1 a 85	
Materia Seca	AOAC: 925.04	3	%	20 a 85	
Proteína Cruda	AOAC: 976.05 Tecator: Manual del Infer-Auto 1010 Analyzer	1,2,3,4,5,6,9	%	1 a 300	
Fibra Cruda	Tecator: Manual del 1010/1021 Fibertec System I AOAC: 962.09 Baleman	1,2,3,4,5,6,7,8	%	1 a 60	
Fibra Acido Detergente	Tecator: Manual del 1010/1021 Fibertec System I	1,2,3,4	%	0 a 60	
Fibra Neutro Detergente	Tecator: Manual del 1010/1021 Fibertec System I	1,2,3,4	%	0 a 90	
Extracto Eterero	Baleman 9.110	1,2,3,4,5,6,8	%	0 a 100	
Cenizas	AOAC: 942.05	1,2,3,4,5,6,7,8, 9,10	%	0 a 100	
Extracto Libre de Nitrogeno	Baleman: 10.200	1,2,3,4,5,6	%	0 a 100	

MATERIALES EN LOS QUE SE REALIZARON LOS ANÁLISIS ACREDITADOS:

1. Heno, rastrojos y cascarrillas
2. Forrajes verdes
3. Ensilados
4. Alimentos concentrados (menos del 15% de humedad)
5. Frutas y verduras de consumo humano
6. Carnes y subproductos cárnicos
7. Leches y subproductos lácteos
8. Plantas con otros fines diferentes de la alimentación humana o animal
9. Suelos
10. Fertilizantes orgánicos e inorgánicos

8.4. Fotografías



Siembra de la parcela experimental



Plantas recién germinadas



Plantas de alforfón en fase de crecimiento vegetativo.



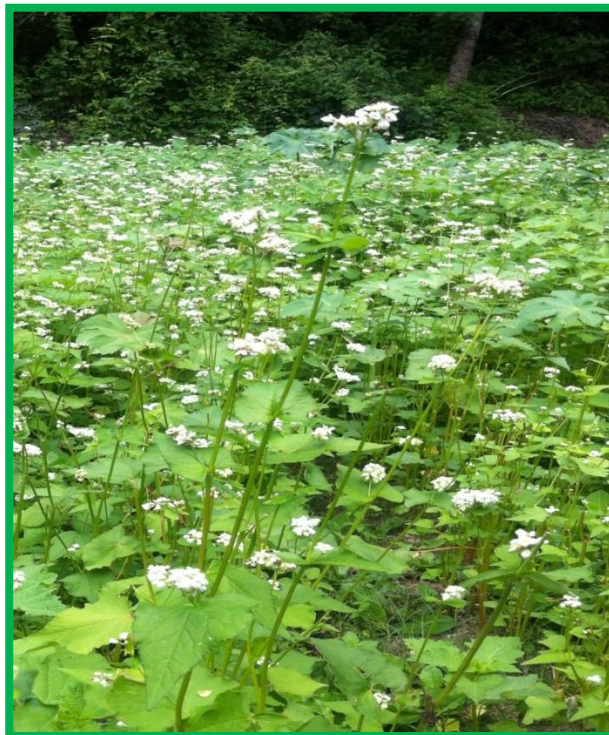


Las plantas iniciaron floración 30 días después de la siembra.





Parcela experimental completamente en floración y 1.45 de altura en promedio.





Ataque de zompopos en la plantación



Proceso de fructificación



Proceso de fructificación





Alfalfón cortado y en proceso de secado





Limpieza y secado de grano de alforfón





Procesamiento de la semilla, secado y limpieza para obtención de grano limpio.



9. ACTIVIDADES DE GESTIÓN, VINCULACION Y DIVULGACION

El día 27 de mayo se realizó entrevista en Radio Universidad con el fin de contribuir a la divulgación del proyecto de investigación.

Se han realizado contactos con el Lic. Zootecnista Fredy Gamas del Consejo de Desarrollo Agropecuario del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA–, llegándose al acuerdo de proveerles acceso a la información generada durante esta investigación y a presentarles sus resultados como una primera fase de acercamiento para generar interés en este cultivo.

Se enviará artículo científico con los resultados del proyecto de investigación a la Revista Ciencia, Tecnología y Salud, de la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala.