

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO DEL MANEJO POST COSECHA DE
MAÍZ (*Zea mays* L.), PERIODO 2013 – 2015, EN EL MUNICIPIO DE IXCÁN,
QUICHÉ, GUATEMALA, C.A.”



RONAL WILFREDO FIDALGO OCH

GUATEMALA, FEBRERO DE 2018

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS**

“SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO DEL MANEJO POST COSECHA DE MAÍZ (*Zea mays* L.), PERIODO 2013 – 2015, EN EL MUNICIPIO DE IXCÁN, QUICHÉ, GUATEMALA, C.A.”



GUATEMALA, FEBRERO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Carlos Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	ING. AGR. MARIO ANTONIO GODÍNEZ LÓPEZ
VOCAL I	DR. TOMÁS ANTONIO PADILLA CÁMBARA
VOCAL II	ING. AGR. CESAR LINNEO GARCÍA CONTRERAS
VOCAL III	ING. AGR. ERBERTO RAÚL ALFARO ORTÍZ
VOCAL IV	PERITO AGR. WALFER YASMANY GODOY SANTOS
VOCAL V	PERITO AGR. CRISTIAN ALEXANDER MÉNDEZ LÓPEZ
SECRETARIO	ING. AGR. JUAN ALBERTO HERRERA ARDÓN

Guatemala, Febrero de 2018

Guatemala, Febrero de 2018

Honorable Junta Directiva
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

“SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO DEL MANEJO POST COSECHA DE MAÍZ (*Zea mays* L.), PERIODO 2013 – 2015, EN EL MUNICIPIO DE IXCÁN, QUICHÉ, GUATEMALA, C.A.”

Presentándola como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que la misma llene los requisitos necesarios para su aprobación, me suscribo de ustedes.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ronal Wilfredo Fidalgo Och

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Nuestro señor, por guiarme, protegerme e iluminarme siempre y llenarme de fortaleza en los momentos más difíciles de la vida.

MI MADRE: Olga Magdalena Och Caal, con amor por ser lo más grande y sagrado con que DIOS me ha bendecido, y como una recompensa a sus múltiples esfuerzos y sacrificios.

MIS HIJOS: Ronald Wilfredo y Marian Alejandra, que son la razón de mis luchas, los quiero con todo mi corazón.

MI ESPOSA: Mariana Dalila López Winter, por su amor, paciencia y comprensión de muchos años, y por todos los que nos faltan por recorrer.

MIS HERMANAS: Mirna Marleni y Leslie Dalila, por su amor y todo su apoyo durante los obstáculos de la vida, y por el esfuerzo de todos los días por el bienestar de sus familias.

MIS SOBRINOS: Suandy Fernanda, Marlon David, Juan Fernando y Ferdý Eriberto, con mucho cariño, sigan adelante.

MI FAMILIA: Tíos, primos, por el afecto que me han mostrado y muy especialmente a mis tíos Edgar Fidel y Aroldo Hermogenes, por todo su apoyo incondicional en mi etapa de estudiante.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

Las y los pequeños productores agrícolas de Guatemala, pero en especial a los pequeños productores de maíz del municipio de Ixcán, Quiché, que diariamente luchan por la subsistencia de sus familias.

FACULTAD DE AGRONOMIA:

Unidad académica fundamental, al ser nuestro país de vocación agroforestal, y está comprometida con la educación y excelencia de sus egresados.

ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA ENCA

Alma Mater, que me acogió, lugar que además de la educación académica, le agradezco parte de la formación de vida.

AGRADECIMIENTOS

A:

Los productores y productoras de maíz, de las organizaciones ADGAM Chixoy, APADI y ECA Las Muñecas del municipio de Ixcán Quiché, por la apertura y apoyo en la realización de este trabajo.

MIS ASESORES

Ing. Agr. Edgar Danilo Juárez Quim y MSc. Manuel de Jesús Martínez Ovalle, por su invaluable apoyo en la realización del presente trabajo.

Índice de contenido

	Página
Resumen	vi
1.Introducción	1
2. Marco teórico	4
2.1 Marco conceptual	4
2.1.1 Importancia del almacenamiento de los granos.....	4
2.1.2 Post cosecha de granos básicos.....	4
2.1.3 Factores que afectan el almacenamiento de los granos.....	4
2.1.3.1 Factores físicos.....	5
2.1.3.2 Factores biológicos.....	5
2.1.3.3 Factores químicos	6
2.1.3.4 Factores de ingeniería	6
2.1.3.5 Factores socioeconómicos	7
2.1.3.6 Factores del medio ambiente	7
2.1.4 Características del maíz almacenado HB83	8
2.1.5 Unidades de almacenamiento	9
2.1.5.1 Troja de madera	9
2.1.5.2. Silo metálico.....	11
2.1.5.3. Silo plástico	15
2.1.5.4. Bolsa hermética Grain Pro Inc.	17
2.1.6 Situación del maíz (<i>zea mays L.</i>), en Guatemala	19
2.1.6.1. Producción nacional del maíz (<i>Zea mays L.</i>).....	20
2.1.6.2. Producción a nivel departamental y municipal.....	22
2.1.6.3. Precios a nivel comunitario del maíz (<i>Zea mays L.</i>).....	24
2.1.7 Particularidades del cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>).....	25
2.1.7.1. Requerimientos de horas luz.....	25
2.1.7.2. Requerimientos de agua.....	25
2.1.7.3. Temperatura.....	26

2.1.7.4. Preparación del terreno	26
2.1.7.5. Limpia	26
2.1.7.6. Cero labranzas.....	26
2.1.7.7. Cero quema	27
2.1.7.8. Conservación del suelo.....	27
2.1.7.9. Siembra.....	27
2.1.7.10. Control de malezas	28
2.1.7.11. Fertilización.....	28
2.1.7.12. Principales plagas del cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>).....	29
2.1.7.13. Enfermedades de mayor importancia del cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>)	31
2.1.7.14. Cosecha del cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>).....	33
2.1.7.15. Practicas para el buen almacenamiento del grano	33
2.1.7.16. Secado del grano	34
2.1.7.17. Almacenamiento.....	34
2.1.8 Estadísticas de producción Ixcán, El Quiché y comunidades.....	35
2.2. Marco referencial.....	36
2.2.1. Ubicación geográfica de la zona de investigación	36
2.2.2. Zona de vida	38
2.2.3 Edafología	38
2.2.4 Clima.....	39
2.2.5. Hidrología.....	39
2.2.6 Institución donde se implementó el estudio	40
2.2.6.1 Iniciativa de compras para el progreso P4P	41
3. Objetivos	43
3.1 Objetivo general.....	43
3.2.Objetivos específicos	43
4. Hipótesis.....	44
5. Metodología	45
5.1 Sistematización del proceso del manejo post cosecha de maíz (<i>Zea mays L.</i>), periodo 2013 – 2015, en el municipio de Ixcán, Quiché, Guatemala, C.A.	45

5.1.1. Tiempo y espacio de la investigación	46
5.1.2. Diagnostico comunitario unidades de almacenamiento	46
5.1.3. Herramientas de la sistematización	47
5.1.4. Grupo meta	47
5.1.5. Tiempo y espacio del estudio	48
5.2 Tratamientos evaluados	48
5.2.1. Variables respuestas	49
5.3. Proceso de almacenado.....	50
5.3.1. Dobla de milpa	50
5.3.2. Cosecha	51
5.3.3 Selección y almacenamiento.....	52
5.3.4. Secado del grano	52
5.3.5. Comercialización	53
5.3.6. Almacenamiento de granos.....	53
5.4. Lecciones aprendidas en el proceso de la sistematización	54
5.4.1. Obstáculos encontrados.....	55
5.5. Flujo grama de procesos.....	57
6. Análisis y discusión de resultados	58
6.1. Descripción de los ciclos de siembra y unidades de almacenamiento	59
6.1.1. Primer ciclo de almacenamiento:.....	59
6.1.2 Segundo ciclo de almacenamiento:.....	59
6.1.3. Tercer ciclo de almacenamiento.....	61
6.1.4. Cuarto ciclo de almacenamiento	62
6.1.5. Quinto ciclo de almacenamiento.....	64
6.2. Análisis de resultados	64

7. Conclusiones	75
8. Recomendaciones.....	77
9. Bibliografía	78
10. Anexos	80

Índice de cuadros

	Página
Cuadro 1: Medidas técnicas de silos metálicos.	12
Cuadro 2: Guatemala, producción nacional de maíz, período 2007/2008 - 2015/2016.....	20
Cuadro 3: Guatemala, producción nacional de maíz blanco, período 2007/2008 - 2015/2016.....	21
Cuadro 4: Guatemala, Estimaciones de producción de maíz blanco por departamento Período:2015/2016.	23
Cuadro 5: Guatemala, precios promedio de maíz blanco a nivel comunitario por región, período enero/2015 - marzo/2016 (Q/qq).	24
Cuadro 6: Producción de maíz, volumen y valor de la producción año 2015, municipio de Ixcán, Quiché.....	35

Índice de figuras

Página

Figura 1: Ubicación de las comunidades donde se realizó el estudio de los métodos de almacenamiento.....	37
Figura 2: Flujograma de procesos de siembra y almacenamiento de los granos de maíz.....	37

SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO DEL MANEJO POST COSECHA DE MAÍZ (*Zea mays L.*), PERIODO 2013 – 2015, EN EL MUNICIPIO DE IXCÁN, QUICHÉ, GUATEMALA, C.A.

Resumen

El presente trabajo recopila la experiencia obtenida de manejo post cosecha durante el periodo comprendido entre el 2013 y 2015, en las comunidades de Las muñecas, San Jacobo II y Riveras del Río Chixoy, del municipio de Ixcán del departamento de Quiché, durante la ejecución del Programa Compras para el Progreso, siendo uno de los objetivos organizar la sostenibilidad y competitividad de los productores del cultivo de maíz mejorando el manejo post cosecha.

La iniciativa surgió a través de que, en esta zona del país, se obtienen rendimientos altos en cuanto a la producción del cultivo de maíz (*Zea mays L.*), por lo que el 80 % de lo cosechado es comercializado en el área local y el 20 % restante lo utilizan para autoconsumo.

El inconveniente que se tiene es el manejo post cosecha, ya que aún se hace uso de métodos tradicionales y poco tecnificados como lo es la troja de madera para almacenamiento de granos, la cual tiene la deficiencia de tener pérdidas a causa de la humedad y roedores que disminuyen la calidad del grano.

El proyecto consistió en evaluar distintas unidades de almacenamiento, diferentes a la troja de madera, que permitan mantener la calidad del grano almacenado y disminuir las pérdidas del mismo. Las unidades de almacenamiento fueron el silo metálico, el silo plástico y la bolsa hermética Grain Pro Inc.

Cada una de las unidades fue evaluada en distintos periodos de tiempo, obteniendo resultados positivos y diversas experiencias que fueron factor para su aceptación dentro de las comunidades.

La unidad de almacenamiento que mejor aceptación tuvo dentro de las tres comunidades fue el silo plástico, debido a que es un componente hermético que elimina las infecciones a causa de hongos al grano y por su fácil manejo.

Es difícil hacer que los pobladores dejen la troja de madera, debido a que es algo cultural, aunque el silo plástico los dejó muy satisfechos en cuanto a resultados obtenidos.

1. INTRODUCCION

El maíz constituye una de las principales fuentes de alimentos en la dieta alimenticia de las familias guatemaltecas. En el área rural a nivel nacional es la única fuente de carbohidratos en la ingesta diaria.

A nivel nacional la mayor producción de maíz se produce en la Franja Transversal del Norte, alcanzando hasta el 30 % de la producción total. En la Franja transversal del Norte, se utiliza semilla mejorada de los híbridos HB 83, JC24, y en algunos sectores se utiliza aun semilla que los productores han conservado a través de décadas.

La Eco región Lachuá, es uno de los sectores donde únicamente se hace uso de la variedad criolla, obteniendo rendimientos por debajo del promedio nacional de 35 qq/mz, lo que hace esta actividad muy poco rentable.

Por el contrario en las comunidades que se encuentran en las riberas del rio Chixoy, Tierra Blanca Sebol, Isla Las Tortugas, Santa Marta Salinas, Brisas del Chixoy y Santa Elena 20 de octubre, La Nueva Máquina, San Jacobo II y Las Muñecas, los rendimientos son mayores alcanzando en algunas comunidades hasta 90 qq/mz, esto debido a que las condiciones de topografía y fertilidad de los suelos son superiores, ya que en su mayoría corresponden a suelos aluviales que se encuentran en las riberas del río Chixoy.

El 80 % de la producción obtenida durante una cosecha es utilizada para comercializar y el 20% restante de la producción se almacena para autoconsumo de las familias.

La tecnología que se ha utilizado para el almacenamiento de granos ha sido de forma tradicional, es decir en trojas de madera donde se apilan en forma de capas las mazorcas que se encuentran cubiertas con tuza (hojas que envuelven al maíz).

Sobre cada capa se aplica de forma espolvoreada un insecticida cuyo nombre comercial es conocido como Folidol que es utilizado para la protección contra insectos como el gorgojo y también para los roedores.

En cada familia se almacena entre 15 y 20 qq destinados exclusivamente para el autoconsumo, el tiempo de almacenamiento es de 3 a 5 meses, tiempo durante el cual se espera una nueva cosecha. Con el manejo anteriormente descrito, los agricultores(as) estiman pérdidas de grano de maíz en un 20 % aumentando las limitantes de alimentación por las pérdidas producidas.

Cabe resaltar que en el municipio de Ixcán, Quiché, existen dos épocas de siembra del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), la primera se realiza en los meses de abril a mayo y la de segunda en los meses de octubre a noviembre, la preparación de la siembra de ambas épocas se realiza de forma manual efectuando un control de las malezas emergentes con herbicidas quemantes.

Anteriormente se utilizaban semillas criollas de la región, las cuales eran seleccionadas de los propios campos de cultivo del año anterior de cosecha. En casos muy concretos se utilizaban semillas mejoradas, como el híbrido HB-83.

Para la prevención de plagas del suelo, se desinfectaba la semilla con el insecticida conocido comercialmente como Folidol. El distanciamiento de siembra utilizado es variable, aunque es generalmente 0.8 m x 0.4 m (obteniendo un área de 0.32 m²) con una adecuada densidad de población. La siembra se efectúa con chuzo o macana (Asta de madera con un hierro en uno de sus extremos), colocando dos granos en cada postura.

Generalmente en los meses previos a la cosecha (septiembre a octubre primera cosecha y de febrero a marzo segunda cosecha), cuando la mazorca llega a su madurez fisiológica, se efectúa la dobla de la planta, con el fin de acelerar el secado del grano en el campo; la planta permanece doblada en el campo un promedio de 30 días, al final de los cuales se realiza la cosecha en forma manual.

Dependiendo de las condiciones climáticas, con el manejo descrito los productores(as) obtienen rendimientos variables que oscilan entre 60 y 90 qq/mz. El 80 % de la producción es destinada al comercio inmediato y el 20 % restante es almacenado en trojas y es utilizada para autoconsumo de las familias.

El problema de manejo postcosecha identificado, es que, a través del almacenamiento en trojas, se tiene una pérdida de hasta del 20 % de granos de maíz y existe una disminución en la calidad del grano para consumo humano, debido a la proliferación de hongos, la presencia de roedores y principalmente a la presencia de aflatoxinas que es una sustancia química producida por las cepas de hongos especialmente de *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*. Que pueden causar enfermedades y muerte, tanto en animales como en seres humanos.

Por lo que es de suma importancia el buscar alternativas que prevengan la proliferación de estos causantes a la salud humana y que permita el mejoramiento nutricional de las familias del municipio de Ixcán del departamento de Quiché, así como sus fuentes de ingresos.

En base a lo anterior surgieron diferentes ideas para contrarrestar estos problemas, siendo así que se implementaron silos metálicos, silos plásticos y bolsas herméticas Grain Pro, con el objeto de demostrar que se puede tecnificar el almacenamiento del grano y no tener solamente la opción de la troja de madera como se ha acostumbrado en los últimos tiempos.

2. MARCO TEORICO

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Importancia del almacenamiento de los granos

Según Ramírez, Genel 1,984 el alimento es un factor limitante para la nutrición de todos los seres vivientes y la lucha constante para obtenerlo, es una característica biológica de estos organismos. El hombre ha tenido que hacer frente desde tiempo inmemorial, a la competencia con los demás seres vivos por el aprovechamiento de aquellos productos alimenticios que les interesan mutuamente, para la conservación de su vida.

Los granos y subproductos constituyen una fuente de nutrición para el hombre y para muchos otros organismos y su disponibilidad en un momento dado, significa la satisfacción de una necesidad esencial para el que pueda aprovecharlos primero. (Ramírez, Genel 1,984)

Continúa el autor indicando que la conservación de los granos alimenticios ha sido, es y será, motivo de preocupación del hombre por su significado en la dieta humana y por la necesidad de resguardarlos contra el peligro que significa su aprovechamiento por sus demás competidores.

2.1.2 Post cosecha de granos básicos

De acuerdo al MAGA (MAGA 2,008) post cosecha es el período que va desde la madurez fisiológica del grano hasta su consumo. Durante esta etapa se ha comprobado que a nivel mundial se pierde un alto porcentaje de la cosecha de granos básicos, por manejo y almacenamiento inadecuados.

2.1.3 Factores que afectan el almacenamiento de los granos

Según la Escuela Agrícola Panamericana, (Zamorano 1,990), la etapa postproducción en los granos básicos se divide en dos períodos, de campo donde se produce un secado inicial del grano

(precosecha) y el período de almacén en el que se efectúa el secado final de los granos y el acondicionamiento para el almacén (postcosecha).

La postcosecha incluye las actividades de cosecha, transporte, destuse, selección, desgrane y secado.

En estos dos períodos (precosecha y postcosecha), los granos se ven afectados por la acción de muchos factores que producen un deterioro continuo en la calidad física, nutricional y comercial de los granos básicos, hasta causar la pérdida total de los mismos.

El manejo que se le dé al grano pretende mantener la calidad del producto contrarrestando sus acciones deteriorativas. (Zamorano 1,990)

2.1.3.1 Factores físicos

La humedad, temperatura, el contenido de oxígeno y el estado cualitativo del grano son los factores físicos que determinan la calidad del grano almacenado.

Estos son requerimientos básicos para el metabolismo y respiración de los insectos, hongos y bacterias que interactúan con el grano. Si afectamos uno de éstos se afectará la presencia y desarrollo de los otros.

Es de suma importancia que los granos al ser almacenados, se encuentren secos (baja humedad) y frescos (baja temperatura), para mantener su calidad especialmente en largos períodos de almacenamiento. (Zamorano 1,990)

2.1.3.2 Factores biológicos

Son los organismos vivos que atacan directamente a los granos causándoles una reducción en su peso (pérdida física) pudiendo atacar en el campo y almacén, se dividen en:

- a. Microbiológicos: insectos, roedores, pájaros, rumiantes, el hombre y otros mamíferos.
- b. Microbiológicos: bacterias y hongos. (Zamorano 1,990)

2.1.3.3 Factores químicos

Los factores químicos que afectan al grano pueden ser intrínsecos en la composición química del producto o pueden provenir del exterior mediante la aplicación de químicos para el control de plagas.

Los granos en su composición están formados por carbohidratos (almidones, azúcares y grasas), proteínas, vitaminas y minerales, con funciones específicas de nutrición y resistencia al ataque de plagas.

Los carbohidratos se encargan de dar energía al embrión para mantenerlo vivo en el almacenamiento y ayudarlo en la germinación. Si las condiciones del almacenamiento (humedad y temperatura) se elevan y se mantienen así por largos períodos de tiempo, comienzan a ocurrir una serie de reacciones bioquímicas que deterioran los carbohidratos.

En etapas muy avanzadas las proteínas también llegan a deteriorarse perdiendo la calidad nutricional de los granos y la posibilidad de germinación del embrión.

Se debe buscar el insecticida más adecuado para el control de insectos y que a la vez sea seguro para el consumo humano. Cualquiera que sea el insecticida usado afectará la almacenabilidad del producto. (Zamorano 1,990).

2.1.3.4 Factores de ingeniería

En todas las operaciones de manejo de granos hasta ser consumidos, pueden ocurrir pérdidas. Estas operaciones incluyen: la cosecha, el desgrane, el secado y limpieza, el almacén y sus condiciones, la comercialización, el transporte y la administración.

Los requerimientos de ingeniería en cada operación varían de lugar a lugar y de cultivo en cultivo. Sin embargo, sea cual sea el caso, la ingeniería y estructuración de éstas, afectan la almacenabilidad del producto. (Zamorano 1,990)

2.1.3.5 Factores socioeconómicos

Los sistemas de postproducción se ven afectados por el nivel económico del productor y el ambiente que lo rodea. Así, en muchos lugares, el comportamiento del mercado no es controlado por el productor sino por las políticas gubernamentales y los especuladores de profesión.

Esto crea inestabilidad en el mercado al establecer bajos precios de compra y altos precios de venta, haciendo que el pequeño productor reciba mínimas ganancias en su sistema de comercialización.

Es importante apuntar que, en economías dirigidas al comercio, el precio o incentivo ofrecido al productor juega un papel decisivo en el manejo o fin que le dará a la cosecha (si es que ha producido alguna) afectando, finalmente, la actitud de manejo y control de pérdidas de grano que tendrá el productor. (Zamorano 1,990)

2.1.3.6 Factores del medio ambiente

Gómez Leonardo (Gómez Leonardo 1,995) establece que en cualquier localidad del mundo la conservación adecuada de los granos alimenticios básicos, dependerá esencialmente de las condiciones ecológicas de la especie y propiedades físico-químicas y biológicas del grano, del período de almacenamiento, así como del tipo y características de la troja, bodega o almacén.

Continúa indicando que, en regiones tropicales húmedas, con predominio de alta temperatura y humedad relativa, la conservación del grano y semillas representa un serio desafío, ya que bajo

estas condiciones ecológicas se favorece el desarrollo de los principales factores que ocasionan las pérdidas en granos y semillas. (Gómez Leonardo 1,995)

2.1.4 Características del maíz almacenado HB83

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA 2,014) indica que el maíz HB 83 es un híbrido doble de maíz de grano blanco sedimentado. Este nuevo híbrido es un logro obtenido a través del mejoramiento genético que incluye la utilización de germoplasma de maíz adaptado a diferentes condiciones agroecológicas de la zona del Trópico Bajo de Guatemala que favorece a su amplia adaptación para las zonas maiceras de las regiones de la Costa Sur-Occidental y Nor-Oriental de Guatemala, comprendidas entre los 0 -1400 m.s.n.m.

Esta región maicera contribuye en alto porcentaje a la producción nacional de maíz y constituye un apoyo en la solución de la problemática relacionada a la inseguridad alimentaria y combate a la pobreza del país. (ICTA 2,014)

El ICTA, a través del desarrollo de tecnología apropiada a las condiciones de los agricultores maiceros, presenta alternativas para asegurar la disponibilidad de alimentos. (ICTA 2,014)

Para el sector productivo dedicado a la producción de semilla certificada, el HB-83 mejorado presenta alto potencial de rendimiento de semilla certificada que contribuye a fortalecer la capacidad competitiva de esta importante industria nacional, además de ser un híbrido de fácil formación y durante la fase de producción de semilla certificada dispone de alta sincronía floral al momento de la floración. (ICTA 2,014)

El híbrido HB-83 mejorado fue evaluado en diferentes épocas de siembra, localidades y ambientes contrastantes de la zona maicera de Guatemala, comprendido entre altitudes de 0 - 1400 m.s.n.m.

Presenta excelente arquitectura de planta y porte bajo, buen potencial de rendimiento y características agronómicas deseables, tales como: tolerancia al acame de tallo y de raíz que

posibilita ser menos afectada por la incidencia de fuertes vientos, buena cobertura de la mazorca, tolerancia a enfermedades foliares y de la mazorca que superan a los mejores testigos convencionales. (ICTA 2,014)

2.1.5 Unidades de almacenamiento

2.1.5.1 Troja de madera

Según Fibtex (Fibtex 2,017) la troja de madera es una estructura simple construida a base de troncos de árboles o arbustos que crecen en la localidad o de tablas de madera de desecho.

Está diseñada para almacenar mazorcas de maíz las cuales se les ha quitado las hojas de envoltura (tuna, totomoxtle, chala). El maíz puede ser cosechado, y almacenado en estas trojas tan pronto está maduro, aunque su contenido de humedad sea superior al 30 %.

La humedad final del grano, será aquella que está en equilibrio con la humedad del medio ambiente. Debido a que es una estructura abierta, cuando llueve, generalmente se humedece parte de las mazorcas más expuestas en las caras del troje, secándose con rapidez por acción del sol o del aire. (Fibtex 2,017)

Los continuos humedecimientos y secamientos ocasionan fisuras (estrelladuras, cuarteaduras, trizaduras) en algunos granos, sin que esto afecte considerablemente la calidad general del grano almacenado.

En algunas regiones cálidas y húmedas, la proliferación de insectos puede ser tan grave que aún los insecticidas son incapaces de controlar su multiplicación ya que se degradan con extraordinaria rapidez. (Fibtex 2,017)

En estos casos se recomienda utilizar la troja solamente para secar las mazorcas de maíz y una vez secas, desgranarlas y guardar el grano en silos metálicos u otros recipientes apropiados como los tambores metálicos de 200 L (tambos, dron, barriles, toneles).

El grano guardado en el silo, debe fumigarse o tratarse con algún insecticida apropiado, vigilando periódicamente su estado de conservación.

Su tamaño depende de la cantidad de maíz que se quiere almacenar, el cual es muy variado, puede ser desde 8 quintales en adelante. (Fibtex 2,017)

Ventajas

- ✓ Disminuye las pérdidas de granos básicos en almacén hasta un 4 %.
- ✓ Es una excelente alternativa para almacenamiento y garantiza el aprovisionamiento de granos sanos e higiénicos.
- ✓ Su construcción es sencilla y se puede fabricar con madera rústica de la región.
- ✓ Se logra almacenar grandes cantidades de granos básicos.
- ✓ El agricultor dispondrá de grano de buena calidad para su alimentación.

Desventajas

- ✓ Debe estar elevada a un metro del suelo para evitar el ataque de roedores.
- ✓ Existe presencia de humedad.
- ✓ Mayor frecuencia de proliferación de hongos.
- ✓ Presencia de Aflatoxina.

- ✓ Se hace uso de pastillas insecticidas. (Fibtex 2,017)

2.1.5.2. Silo metálico

Los silos metálicos (Rotoplas 2,017) son recipientes para almacenar maíz, frijoles y otros granos. Son de forma cilíndrica y fabricados con láminas de zinc lisas, galvanizadas con estaño. Tanto la parte superior del silo como el fondo son planos.

La parte superior tiene una abertura con tapadera que sirve para echar el grano. En los silos grandes, el tamaño de la abertura permite la entrada de una persona para realizar la limpieza interna y su revisión respectiva. El silo en su parte inferior tiene un orificio con tapadera para sacar el grano.

En el cuadro 1, se encuentran las dimensiones de los silos y la cantidad necesaria de láminas para su construcción, según el tamaño y la capacidad del mismo. (Rotoplas 2,017b)

a. Manejo del silo metálico

Se debe secar y limpiar bien el grano para almacenarlo en un silo. Esta operación se puede hacer mientras se prepara el silo. Antes de llenar el silo refriar el grano para que tome una temperatura ambiental.

Las medidas técnicas de silos metálicos para el manejo de granos almacenados se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1: Medidas técnicas de silos metálicos.

Detalles		Medidas	Capacidad	Capacidad				
Lamina 3" X 6"			4 qq	6 qq	8 qq	12 qq	18 qq	30 qq
Calibre 26		#	2	2.2	2.5	4.3	4.5	6.2
Estaño		Lb	0.5	0.5	0.5	0.75	0.75	1
SILO	Altura	Cm	90	90	90	120	180	180
	Diámetro	Cm	58	65	77	86	86	114
Boca llenado	Diámetro	Cm	25	25	25	37	37	37
	Ubicación	Cm	Centro	Centro	Centro	Al lado	Al lado	Al lado
Cuello llenado	Altura	Cm	7.7	7.7	7.7	9.7	9.7	9.7
	Altura	Cm	5	5	5	6	6	6
Tapadera llenado	Diámetro	Cm	12	12	12	15	15	15
	Longitud	Cm	11-5-12	11-5-12	11-5-12	14.5	14.5	14.5
Tapadera vaciado	Altura	Cm	1.5	1.5	12	2.5	2.5	2.5
	Longitud	Cm	8	8	11-5-12	10	10	10

Fuente: Silo metálico. *Manejo de granos almacenados*. Disponible en: www.postcosecha.net. Enero de 2017.

Colocar el silo sobre plataforma o tarima de manera plana para evitar la Oxidación debido al contacto con el suelo.

Colocar el silo bajo techo para protegerlo de la lluvia y evitar la exposición al sol, para que no provoque la condensación o sudor en el interior del silo. La condensación o sudor genera agua y provoca daño en el grano porque se desarrollan hongos.

Llenar el silo con grano limpio y seco (menos de 14 % de humedad del grano). Con un contenido de humedad muy alto el grano se daña por hongos o exceso de calor y como consecuencia se pierde todo el producto.

Fumigar con pastillas de Fosfamina (Photoxin, Gastión, Detia). Utilizando una pastilla por cada cuatro quintales de la capacidad del silo y sellar herméticamente las aberturas durante un mínimo de 10 días. Se puede sellar con cinta adhesiva, cinta elástica de goma, cera, grasa o cebo.

Revisar si no hay escapes dos horas después de haber colocado las pastillas en el silo. Si hay escapes, sentirá un olor a ajo. Tapar el lugar defectuoso con cera o jabón o llame al fabricante para que haga la debida reparación. (Rotoplas 2,017 a).

Para que la fumigación del grano sea efectiva, es necesario que el silo este sellado y sin abrirse durante 10 días. El grano podrá consumirse al sexto día después de la fumigación.

Si no hay uso o consumo, verificar cada 30 días el buen estado del grano y vuelva a tapar herméticamente el silo. Volver a fumigar si se encuentra insectos vivos, un insecto vivo significa repetir la fumigación.

Colocar objetos sobre o cerca del silo. Evitar el contacto con producto que puedan causar oxidación a la lámina, por ejemplo: fertilizantes, el sol, entre otros.

Para vaciar los últimos quintales de producto no inclinar el silo, sino utilizar una regla que en una de las puntas tenga otra regla cruzada (forma T).

Ventajas

- ✓ El silo puede ser fabricado en cualquier lugar con lámina de zinc lisa. Todas las herramientas pesan cinco libras y se pueden transportar en una bolsa liviana.

- ✓ El silo bien cuidado proporciona buena protección contra insectos, hongos, roedores, aves, hurto; reduciendo considerablemente las pérdidas que ocurren en otros sistemas de almacenamiento.
- ✓ Se pueden conservar granos por más tiempo (alargar el periodo de almacenamiento) sin tener pérdidas físicas que se reviertan en la seguridad alimentaria del pequeño productor en tiempos de escasez.
- ✓ La eliminación de insectos con pastillas de Fostoxín es fácil de efectuar con gran éxito en el silo.
- ✓ Permite almacenar el grano hasta que los precios sean altos en el mercado y así obtener beneficios adicionales a la seguridad alimentaria.
- ✓ El nivel de pérdidas se puede evitar utilizando un silo metálico y su costo se puede pagar por sí solo.
- ✓ El silo ocupa menos espacio que la troja en el caso de almacenar maíz en mazorcas.
- ✓ El silo vacío es liviano y fácil de mover.
- ✓ Los materiales de construcción del silo se adquieren con facilidad.
- ✓ Cuando es bien cuidado, la durabilidad del silo supera los 20 años.
- ✓ El silo es una estructura ampliamente aceptada por los pequeños productores (Rotoplas 2,017a)

Desventajas

- ✓ La construcción de un silo metálico requiere de equipo especial para cortar y soldar las láminas y de un personal capacitado para construirlo.
- ✓ El agricultor tiene que secar su producto hasta un 14 % de la humedad del grano.
- ✓ El mal manejo del grano (por ejemplo: maíz con más de 14 % de humedad, granos con muchos hongos, granos sucios, etc.), provoca pérdidas considerables.
- ✓ Los hongos se desarrollan mucho más rápido que la troja tradicional. El producto se puede calentar y apelotonar. Las pérdidas pueden ser del 100 %.
- ✓ El mal mantenimiento del silo metálico puede provocar que el silo se arruine en corto tiempo.
- ✓ Cualquier falla en la fumigación y revisión respectiva causaría gran pérdida de grano debido a los insectos.
- ✓ El entrenamiento del manejo del grano y del silo requieren de una buena capacitación técnica y un seguimiento adecuado. (Rotoplas 2,017b)

2.1.5.3. Silo plástico

Los silos plásticos (Rotoplas 2,017 a) son similares a los silos metálicos con la diferencia de que están hechos de PVC y están fabricados en Polietileno de Alta Densidad (PEAD) 100 % virgen. Los silos plásticos pueden utilizarse para almacenar líquidos, sólidos secos, soluciones saturadas, sólidos en suspensión, líquidos con decantación de barros, entre otros.

Entre sus principales prestaciones, se puede resaltar que se evitan los efectos de la corrosión y el ataque químico. También son de fácil instalación. Poseen gran durabilidad, elevada resistencia al impacto, y protección UV para estar permanentemente a la intemperie. (Rotoplas 2,017a)

Son aptos para almacenar aguas residuales, alimentos, fertilizante sólido y líquido, aceite mineral y vegetal, semillas, balanceados, cloro, ácidos en general, detergentes, combustibles, desechos industriales, etc. (Rotoplas 2,017b)

La clave de los silos plásticos es la falta de oxígeno ya que no necesita usar "pastillas para curar granos básicos, ni ajos, ceniza, chile u otros experimentos para acabar con los gorgojos y sus huevecillos. Cada vez que se abre el envase para sacar semilla o grano hay que recordarse en siempre volver a cerrar herméticamente para evitar el re infestación (Rotoplas 2,017a)

El almacenamiento hermético evita las pérdidas, mantiene la calidad de las semillas y granos y garantiza alimento seguro, limpio y sano para la familia y el consumidor.

Ventajas (IICA y GTZ 2,016).

- ✓ Es el método más práctico para conservar el valor nutritivo del maíz.
- ✓ Conserva el buen sabor durante el tiempo de almacenamiento

Desventajas

- ✓ Las pérdidas pueden ser muy grandes si no se hace en forma adecuada
- ✓ Desconocimiento del agricultor.
- ✓ Poca fomentación del uso de silos plásticos. (IICA y GTZ 2,016)

2.1.5.4. Bolsa hermética Grain Pro Inc.

La bolsa hermética Super Granero Grain Pro (Fibtex 2,017) es un granero tipo silo vertical diseñado para el almacenamiento seguro de granos y semillas en sacos a nivel familiar en las comunidades rurales y fincas pequeñas o agro servicios.

Su diseño y estructura permite el control de plagas de los granos almacenados sin el uso de químicos tóxicos. Es un equipo amigable en su uso, para el medio ambiente y libre de plaguicidas (Fibtex 2,017).

“Es una tecnología apropiada para su fácil transferencia a las familias de agricultores inexpertos en el uso de silos. La gran ventaja es que está construido de manera que permite el llenado y sacado del grano en el momento que se necesite para su consumo o su venta (IICA y GTZ 2,016).

El Super Granero consiste de una bolsa hermética resistente a los rayos ultravioleta que con un cierre tipo Ziploc de dos carriles, con la característica de que mantiene su condición hermética, aun cuando se vaya sacando grano ya que la bolsa colapsa sobre sí misma, de forma que no queda espacio con aire que permite la respiración y multiplicación de los insectos y mohos (Jiménez Fabián 2,003).

El Super Granero permite almacenar simultáneamente diversos granos ensacados por muchos meses manteniendo su calidad y libre de insectos siempre que el grano haya sido secado a un contenido de humedad seguro (sorgo, arroz, maíz, frijol ≤ 14 %) (Jiménez Fabián 2,003).

Esto se debe al cambio gradual en la atmósfera dentro del Super Granero causado por el nivel inicial de infestación de los granos con insectos. La respiración de los insectos consume el oxígeno y produce dióxido de carbono a niveles en que los insectos mismos no pueden multiplicarse o vivir. (IICA y GTZ 2,016)

Aunque este proceso es gradual y toma algunos días, no hay daño detectable en los granos ya que el cambio progresivo de la composición de la atmósfera reduce y detiene el metabolismo de los insectos y su tasa de alimentación.

El sacar periódicamente grano no cambia significativamente la atmósfera dentro de la bolsa interna y no reduce su efectividad en el control de los insectos.

Los materiales utilizados en el Super Granero son completamente impermeables al agua y los gases; lo que permite una completa protección del grano contra la lluvia y la absorción de humedad del ambiente.

El verdadero propósito de almacenar granos en depósitos completamente sellados es evitar el ingreso de humedad y bajar la cantidad de oxígeno, lo que impide el desarrollo de insectos y hongos. (Jiménez Fabián 2,003)

Ventajas (MAGA y COSUDE 2,004)

- ✓ Controla plagas sin necesidad de fumigar
- ✓ Evita el ingreso de humedad
- ✓ Mantiene el poder germinativo
- ✓ En estado vacío son más manejables que un granero (se pueden doblar)
- ✓ Se puede guardar por separado diferentes tipos de semilla en la misma bolsa.

Desventajas (CENTA 2,015)

- ✓ Algunos insectos pueden sobrevivir
- ✓ Si el plástico es delgado, ciertos insectos pueden perforar la bolsa
- ✓ No se puede abrir la bolsa en seguida.
- ✓ Necesita protección contra ratas
- ✓ Durabilidad limitada
- ✓ Su costo

2.1.6 Situación del maíz (*Zea mays L.*), en Guatemala

Para el año agrícola 2015/2016 (de mayo a abril) (Jiménez Fabián 2,003) se estimó una producción de maíz de 40.9 millones de qq, de los cuales 36.8 millones qq corresponden a maíz blanco. El objetivo primario del cultivo de maíz blanco en Guatemala es satisfacer las necesidades nacionales con la producción interna.

Estacionalmente, las cosechas de maíz se ven disminuidas de mediados de marzo a mediados de agosto, pero la escasez se acentúa entre mayo y julio, periodo en el cual los mercados se abastecen con las reservas de maíz almacenado y de la producción que ingresa de México.

En esta época, los hogares son más vulnerables a la inseguridad alimentaria por sus limitados recursos para comprar maíz. Petén es el departamento que genera la mayor producción nacional de maíz blanco (18.5 % del total), le sigue el Alta Verapaz, con el 9.4 %, y luego está Jutiapa, con el 7.3 %; lo que significa que entre estos tres departamentos logran el 35 % de la producción nacional. (MAGA 2,008)

Los municipios de La Libertad, San Luis y Sayaxché, de Petén, son los mayores productores de maíz blanco, con 8.4 %, 4.3 % y 3.5 % del total nacional, respectivamente.

Después, en importancia, están los municipios de San Pedro Carchá, Alta Verapaz; Ixcán, Quiché, y San Andrés Villa Seca, Retalhuleu, con 2.1 % cada uno. Seguidamente, Chisec, Alta Verapaz, con 1.9 %; Retalhuleu con 1.8 %; Nueva Concepción, en Escuintla, y Cobán con 1.5 % cada uno; el municipio de Jutiapa y San Andrés, Petén, con 1.3 % cada uno; Morales, Izabal, con 1.2 %; Santo Domingo, Suchitepéquez; Panzós, Alta Verapaz, y Chiquimulilla, en Santa Rosa, con 1.1 % cada uno; y por último, Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz, y Poptún, Petén, con 1.0 % cada uno (MAGA 2,008).

En cuanto al comercio exterior, el maíz blanco se encuentra protegido para el mercado interno, por lo que el precio internacional no debería impactarle directamente, aunque se ve afectado

indirectamente por los precios de maíz amarillo, ya que, al incrementarse el precio de este, la industria demanda maíz blanco. Los precios internacionales para el maíz blanco en los últimos diez años casi han triplicado su valor. Guatemala importa principalmente este grano de Estados Unidos y México, y lo exporta en bajos volúmenes hacia El Salvador. (MAGA 2,008)

2.1.6.1. Producción nacional del maíz (*Zea mays L.*)

La producción nacional del maíz para los periodos del 2007/2008 al 2015/2016 se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2: Guatemala, producción nacional de maíz, período 2007/2008 - 2015/2016.

Año agrícola *	Área Cosechada (mz)	Producción (qq)	Rendimiento (qq/mz)
2007/2008	985,000	35.239,409	35.78
2008/2009	1,224,600	37,954,987	30.99
2009/2010	1,174,955	35,842,974	30.51
2010/2011	1,175,255	36,117,212	30.73
2011/2012	1,199,900	36,932,600	30.80
2012/2013	1,211,900	37,995,900	31.40
2013/2014 p/	1,233,300	39,576,500	32.10
2014/2015 p/	1,242,500	40,008,700	32.20
2015/2016 py/	1,254,100	40,891,100	32.60

Fuente: MAGA/Diplan y datos del Banco de Guatemala, 2014.

* Corresponde al periodo de mayo a abril del año siguiente.

P/ cifras preliminares

Py/ cifras proyectadas

El cuadro 2 se muestra que para el año agrícola 2015/2016 se estima una producción de maíz de 40.9 millones de qq, de los cuales el 90 % corresponde a maíz blanco. La producción del grano se incrementó en un 2.2 % en relación con el año 2014/2015. El área cosechada aumentó en 0.9 % y los rendimientos, en 1.2 %, durante ese período. (MAGA 2,008)

La producción nacional de maíz blanco para el año agrícola 2015/2016 se incrementó en 2.2 % en relación con el año 2014/2015 (cuadro 2), debido al aumento del área cosechada y de los rendimientos, los cuales crecieron en 0.9 % y 1.3 %, respectivamente. (MAGA 2,008)

En el cuadro 3 se presenta la producción nacional de maíz blanco generada en el periodo del 2007/2008 al periodo 2015/2016.

Cuadro 3: Guatemala, producción nacional de maíz blanco, período 2007/2008 - 2015/2016.

Año agrícola *	Área cosechada (mz)	Producción (qq)	Rendimiento (qq/mz)
2007/2008	885,102	31,624,689	35.78
2008/2009	1,100,402	34,057,435	30.95
2009/2010	1,055,792	32,191,090	30.49
2010/2011	1,056,061	32,368,279	30.65
2011/2012	1,078,239	36,541,241	30.18
2012/2013	1,090,710	34,196,310	31.35
2013/2014 p/	1,109,710	35,618,850	32.08
2014/2015 p/	1,119,250	36,007,830	32.20
2015/2016 py/	1,128,690	36,801,990	32.61

Fuente: MAGA/Diplan con base en los datos del Banco de Guatemala. 2014.

* Corresponde al periodo de mayo a abril del año siguiente.

P/ cifras preliminares

Py/ cifras proyectadas

Aunque se muestra un crecimiento continuo de la producción, todavía es necesario importar maíz para cubrir la demanda total y estacional. Las cosechas se ven disminuidas estacionalmente, de mediados de marzo a mediados de agosto, con una escasez acentuada de mayo a julio. Durante estos meses los mercados se abastecen de reservas de maíz almacenado y de las importaciones; en esta época los hogares son más vulnerables a la inseguridad alimentaria por sus limitados recursos para comprar maíz.

2.1.6.2. Producción a nivel departamental y municipal

Las producciones a nivel departamental y municipal. Petén es el departamento que genera la mayor producción nacional de maíz blanco (18.5 % del total), le sigue Alta Verapaz, con el 9.4 %, y luego está Jutiapa, con el 7.3 %; lo que significa que entre estos tres departamentos logran el 35 % de la producción nacional. (MAGA 2,008)

Los municipios de La Libertad, San Luis y Sayaxché, de Petén, son los mayores productores de maíz blanco, con 8.4 %, 4.3 % y 3.5 % del total nacional, respectivamente. Después, en importancia, están los municipios de San Pedro Carchá, Alta Verapaz; Ixcán, Quiché, y San Andrés Villa Seca, Retalhuleu, con 2.1 % cada uno. Seguidamente, Chisec, Alta Verapaz, con 1.9 %; Retalhuleu con 1.8 %; Nueva Concepción, en Escuintla, y Cobán con 1.5 % cada uno; el municipio de Jutiapa y San Andrés, Petén, con 1.3 % cada uno; Morales, Izabal, con 1.2 %; Santo Domingo, Suchitepéquez; Panzós, Alta Verapaz, y Chiquimulilla, en Santa Rosa, con 1.1 % cada uno; y por último, Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz, y Poptún, Petén, con 1.0 % cada uno. (MAGA y COSUDE 2,004)

En el cuadro 4 se muestran los departamentos que presentan estimaciones más altas de producción de maíz, son los departamentos de Alta Verapaz, Peten, Izabal, Chiquimula, Jalapa, Jutiapa, Santa Rosa y Retalhuleu. Estos departamentos son los que a nivel nacional aportan la mayor producción del cultivo en la primera cosecha y segunda cosecha.

Cuadro 4: Guatemala: Estimaciones de producción de maíz blanco por departamento, Período: 2015/2016.

Departamento		Producción de maíz blanco (qq)		
		Total	1ª. Cosecha	2ª. Cosecha
1	Guatemala	775,114	450,625	324,489
2	El Progreso	391,786	227,771	164,015
3	Sacatepéquez	235,251	136,767	98,484
4	Chimaltenango	1,352,664	786,393	566,271
5	Escuintla	1,579,291	918,146	661,144
6	Santa Rosa	1,967,264	1,143,701	823,563
7	Sololá	451,651	262,574	189,076
8	Totonicapán	501,648	291,641	210,007
9	Quetzaltenango	1,172,130	6814,437	490,693
10	Suchitepéquez	1,425,611	828,802	596,809
11	Retalhuleu	2,038,491	1,185,110	853,381
12	San Marcos	1,608,109	934,901	673,209
13	Huehuetenango	1,671,031	971,481	699,550
14	Quiché	2,125,942	1,235,951	889,991
15	Baja Verapaz	754,732	438,776	315,956
16	Alta Verapaz	3,855,426	2,241,414	1,614,011
17	Petén	7,563,500	4,397,164	3,166,336
18	Izabal	1,352,198	786,122	566,076
19	Zacapa	675,009	392,427	282,582
20	Chiquimula	1,217,485	707,804	509,680
21	Jalapa	1,103,606	641,599	462,007
22	Jutiapa	2,984,052	1,734,827	1,249,225
	Total	36,801,990	21,395,436	15,406,554

Fuente: MAGA/Diplan, 2004.

2.1.6.3. Precios a nivel comunitario del maíz (*Zea mays L.*)

Los precios promedio de maíz blanco, a nivel comunitario, corresponden a los monitoreados en las comunidades donde trabajan los proyectos de FAO, y se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5: Guatemala, precios promedio de maíz blanco a nivel comunitario por región, período enero/2015 - marzo/2016 (Q/qq).

Mes	Regiones					Promedio Nacional
	Norte	Costa Sur	Oriente	Occidente	Central	
Enero	120.00	110.00	120.00	125.00	125.00	120.00
Febrero	120.00	115.00	125.00	130.00	130.00	124.00
Marzo	125.00	115.00	125.00	130.00	130.00	125.00
Abril	120.00	115.00	125.00	130.00	130.00	124.00
Mayo	115.00	115.00	125.00	130.00	130.00	130.00
Junio	125.00	120.00	150.00	140.00	135.00	134.00
Julio	150.00	120.00	160.00	150.00	130.00	132.00
Agosto	125.00	105.00	150.00	150.00	130.00	132.00
Septiembre	100.00	105.00	140.00	145.00	120.00	122.00
Octubre	95.00	100.00	130.00	125.00	115.00	114.00
Noviembre	90.00	100.00	130.00	125.00	120.00	113.00
Diciembre	120.00	115.00	150.00	150.00	125.00	132.00
Promedio 2015	117.08	111.25	135.83	136.25	128.33	125.75
Enero	120.00	115.00	150.00	130.00	130.00	129.00
Febrero	120.00	120.00	140.00	136.00	134.00	130.00
Marzo	115.00	120.00	135.00	135.00	135.00	128.00
Promedio 2016	118.33	118.33	141.67	133.67	133.00	1429.00

Fuente: FAO-Guatemala. 2017.

En el cuadro 5 se muestran que los precios del maíz en las distintas regiones del país, se encuentran bajo un rango de Q. 120.00 a Q. 130.00 por quintal en el año 2015. Han sido muy pocas las variaciones que han existido con respecto al año 2016 que es hasta donde se tienen datos concretos. La tendencia aparenta tener un aumento del precio con cada año, lo cual contribuye a la economía de los agricultores que se dedican a este tipo de cultivo.

2.1.7 Particularidades del cultivo de maíz (*Zea mays L.*)

El cultivo de maíz (*Zea mays L.*), requiere de condiciones mínimas que favorecen su rendimiento siendo ellas las siguientes:

2.1.7.1. Requerimientos de horas luz

La milpa es una planta de días cortos con una duración de 10 horas luz; en climas cálidos el ciclo de cultivo se acorta en comparación a climas fríos, ello debido a que hay mayor cantidad de horas luz en un día, por lo que se necesitan variedades e híbridos que se adapten a estos climas tropicales. (Figueroa López 2009).

2.1.7.2. Requerimientos de agua

En general el cultivo del maíz tiene una fase crítica que demanda la mayor cantidad de agua, y este periodo ocurre durante la fase de pre y postfloración; la limitación de agua en esta fase puede afectar negativamente al rendimiento debido al estrés que provoca en la fisiología de la planta. Pero para cada una de las fases de crecimiento necesitan un requerimiento mínimo, los cuales son: Fase vegetativa 300 mm; fase floración 200 mm y fase reproductiva 200 mm. (Figueroa López 2009).

2.1.7.3. Temperatura

En lugares con menor temperatura (climas fríos) el desarrollo vegetativo es más largo, contrario a lugares con mayor temperatura. Pero tampoco debe haber temperaturas mayores a los 35 °C en la fase de reproducción, ya que la planta entra en un proceso de defensa debido al estrés que se le provoca, por lo que ocurre disminución en el llenado del grano y pérdida en el rendimiento.

2.1.7.4. Preparación del terreno

El maíz se adapta muy bien a todos los suelos, el cultivo de maíz requiere suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharcamientos que provoquen que las raíces se asfixien.

Para todos los productores (as) de la región del norte es recomendable todos los pasos siguientes previo a establecer una parcela de maíz. Comenzando con implementar muestreo y análisis de suelos que consiste en tomar una muestra de suelo al azar de la parcela donde el agricultor cultivará su maíz, con el fin de evaluar la fertilidad del suelo antes de la siembra. (Figuroa López 2009).

2.1.7.5. Limpia

Es la práctica que consiste en la eliminación de malezas previo a la siembra mediante métodos mecánicos y/o químicos que evita la competencia por nutrientes con la planta de maíz. Para la región del Ixcán es recomendable chapear con machete dejando el monte sobre el suelo como molch y No Quemar, así mismo utilizar un químico como el glifosato o paraquat.

2.1.7.6. Cero labranzas

Consiste en dejar en la superficie del suelo una capa protectora de malezas ya chapeadas o hojas, tallos y varas de la cosecha anterior (rastrojo) y sembrar directamente sin remover la tierra con el propósito de brindar una capa protectora y evitar la erosión en las parcelas de ladera, por lo

que, en terrenos con pendientes pronunciadas como la parte alta del Polochic, la franja transversal del Norte y del municipio de Ixcán del departamento de Quiché. (Figueroa López 2009).

2.1.7.7. Cero quema

Consiste en cubrir el suelo con el rastrojo de la cosecha pasada u otros materiales orgánicos (frijol abono o frijol terciopelo). Se recomienda a los agricultores (as) del Polochic e Ixcán la siembra previa del frijol abono o frijol verde para mejorar las características del suelo y sea más fácil de preparar el terreno, ya que con el tiempo el rastrojo se descompone y aporta nutrientes.

2.1.7.8. Conservación del suelo

Tiene como objetivo reducir la pérdida de tierra fértil por escorrentía de agua o por el viento. En terrenos con pendientes pronunciadas, es recomendable la realización de estructuras de conservación como: siembra en curvas a nivel o surcos a contorno, barreras vivas y barreras muertas.

2.1.7.9. Siembra

Previo a la siembra se selecciona la semilla para la región mayoritariamente se utiliza el híbrido HB83, por lo que antes de la siembra se debe desinfectar realizando una inmersión en un insecticida y/o fungicida para evitar ataque de insectos y hongos. El tratamiento consiste en aplicar la solución a la semilla, posteriormente se realiza la siembra. Los productos recomendados son: Semevin, Semellin, Blindage, entre otros. (Figueroa López 2009).

En la región se realizan dos siembras al año; la primera siembra regularmente se realiza aprovechando las primeras lluvias que en la región se dan entre los meses de mayo y junio. La segunda siembra se realiza entre los meses de septiembre y octubre.

2.1.7.10. Control de malezas

En el cultivo de maíz uno de los factores críticos para el buen rendimiento por unidad de área, es el control de las malezas, que son muy agresivas en cuanto a la competencia por nutrientes con las plantas de maíz.

2.1.7.11. Fertilización

Para la fertilización se pueden recomendar 3 aplicaciones de fertilizante, la primera aplicación se utiliza un fertilizante cuya fórmula fue de 18-46- 0 y 0-0-60 a razón de 2 y 1 qq/mz respectivamente esto se aplica 10 días después de la siembra; la segunda aplicación a los 30 días después de la siembra con fertilizantes cuyas formulas son 46-0-0 y 0-0-60 a razón de 2 y 1 qq/mz respectivamente; y una tercera aplicación con un fertilizante cuya fórmula es 46-0-0 a razón de 2.5 qq/mz antes de la floración.

Otra recomendación de fertilización química es la siguiente: La primera aplicación de fórmula completa debe realizarse al momento de la siembra o entre 8 y 15 días después de la siembra con 15-15-15.

La segunda aplicación se recomienda aplicar a los 30 días después de la siembra con 20-20-0 Con esto se logra que la planta disponga de los elementos nutricionales durante todo su ciclo, especialmente en la floración.

La floración es la etapa en la cual la planta necesita mayor cantidad de alimentos para producir una buena cosecha.

La aplicación del fertilizante debe realizarse sembrado a una profundidad de 5 cm, y a un lado de la planta de maíz. (Gómez Leonardo, LF. 1995).

Los fertilizantes químicos y orgánicos deben ser enterrados en el suelo, ya que al dejarlos sobre la superficie del suelo se pierden por acción del calor y evaporación del fertilizante.

Este programa de fertilización se complementa con abonos foliares para suplir los elementos menores a través de una aplicación foliar a los 20 días después de la siembra, con los productos Maxibus, Zinc y Boro a razón de 250 cm³/mz.

2.1.7.12. Principales plagas del cultivo de maíz (*Zea mays L.*)

Dentro de las principales plagas que se encuentran en una plantación de maíz (*Zea mays L.*), son los siguientes:

✓ Gusano cogollero: (*Spodoptera frugiperda*)

Es una de las plagas más importantes en el cultivo de maíz para la región. Se alimentan de los brotes más tiernos de la planta. El daño lo inicia la larva joven, causando ventanitas en las hojas. Las larvas grandes se alimentan vorazmente del cogollo causando agujeros grandes e irregulares, dejan como huella gran cantidad de excremento. (Gómez Leonardo, LF. 1995).

Para el control de esta plaga se inicia con la uniformidad en la época de siembra, con esto se evita la re infestación.

Para el control químico que es una alternativa inmediata para el agricultor se basa en el uso de insecticidas aplicados al suelo antes o al momento de la siembra. Cuando se realiza en control preventivo al cogollo se recomienda la utilización de Larvin y Rienda, 150 cm³/mz, o ½ copa por bomba rociadora de 16 L, o 6 copas en 200 L. de agua.

Existen otros productos en el mercado que controlan esta plaga, aplicados a los 15 días y una segunda a los 35 días, Rienda y Kung Fu en dosis de 1/4 de L/mz.

✓ Gallina ciega: (*Phyllophaga spp*)

Es considerada como una de las plagas principales del suelo, también es conocida como "gusano blanco", se alimenta de las raíces de las plantas, el daño se manifiesta provocando un amarillamiento progresivo hasta la muerte en forma de parches o manchas.

Para su control se recomienda la aplicación de insecticida al suelo, en pre siembra o en el momento de la siembra, se aplica junto con el fertilizante, Volatón granulado 5 %, a razón de 80 lb/mz; o CPF 10 GR de 33 a 44 lb/mz.

Otra práctica conveniente es la utilización de insecticidas tratadores de semilla, que protegen la semilla entre 15 y 20 días, como el Semevin, Barredor, Marshall y Blindaje. (Gómez Leonardo, LF.1995).

✓ Gusano elotero: (*Helicoverpa zea*)

Es una plaga que ataca a ambos órganos sexuales de la planta, y es el insecto que más daño le causa a la mazorca. La hembra de esta mariposa deposita los huevos en los estigmas o cabellos de la mazorca.

Cuando los huevos revientan las larvas empiezan comiéndose los cabellos de la mazorca, cuando crecen, sus dientes afilados les permiten penetrar a la mazorca, la perfora y le hace túneles en las hileras de los granos. Estos túneles permiten que la humedad ingrese a la mazorca, y que esta se contamine con hongos y que los granos se pudran.

Para su control se pueden aplicar insecticidas líquidos tal como el Volatón Líquido a razón de 1 a 1.5 L/mz.

✓ Nematodos

Los nematodos son unos animalitos parecidos a las lombrices, que no se pueden ver a simple vista, pero que cuando están en el suelo pueden causar daños a las plantaciones. Cuando hay nematodos en el suelo aparecen parches de plantas marchitas.

El ataque es característico afectando a las raíces y causando poco desarrollo de la planta algunos síntomas visibles como la clorosis, marchitez y deficiencia nutricional causada por la falta de absorción de nutrientes por los daños causados en la raíz.

Para su control, se pueden, aplicar Mocap (Ethoprop 10 %) granulado incorporarlo al suelo antes de la siembra en dosis de 1.5 qq/mz.

✓ Plagas en el almacenamiento.

La mayoría de agricultores almacenan su grano para el autoconsumo; este procedimiento se hace se realiza en diferentes sistemas de almacenamiento, que incluye troja, costales y silos.

En esta etapa es cuando el productor observa un incremento de la pérdida en su producción, ello debido a malos procedimientos de secado del grano, alta humedad relativa, instalaciones inadecuadas. Según estudios de Postcosecha en el año 1,992; las pérdidas en el almacenamiento pueden llegar al 18 %.

✓ Gorgojo de los granos.

Estos insectos infestan el grano almacenado o las mazorcas de maíz antes de la cosecha. Se pueden observar los gorgojos y las picaduras que hacen en los granos, ya que se alimentan del grano. Los gusanos se convierten en pupas dentro del grano. (Gómez Leonardo, LF. 1995).

2.1.7.13. Enfermedades de mayor importancia del cultivo de maíz (*Zea mays L.*)

Dentro de las plagas de mayor importancia se encuentran las siguientes:

✓ Mancha de asfalto. (*Phyllacora maydis*, *Monographella maydis* y *Coniothyrium phyllacorae*).

Produce manchas pequeñas en las hojas, estas lesiones se transforman luego en zonas necróticas. Las manchas inician primero en las hojas más bajas y continúan aumentando de tamaño y número, hasta llegar a cubrir todo el follaje de la planta.

Si esta enfermedad se presenta antes de la aparición de los estigmas y si las condiciones son óptimas, puede causar daños de consideración en la producción.

Para disminuir la probabilidad del ataque de esta enfermedad se debe, de realizar aplicaciones preventivas de fungicidas a base de Carbendazin (Occidor) o para la erradicación a base de Triazol, o la combinación de estos dos ingredientes.

Algunos productos que se encuentran en el mercado pueden ser el Duet, Amistar Extra, Silvacur, Nativo, etc.

✓ Enfermedades que causan pudrición de la mazorca.

Estas pudriciones causan daños en las zonas húmedas, especialmente cuando la precipitación es excesiva, en el periodo del llenado del grano a la cosecha. La pudrición de la mazorca puede incrementarse por otros factores, daños mecánicos que puedan provocar aves e insectos a tallos y mazorca.

El principal problema de la pudrición de la mazorca es que se ve afectada la calidad, la inocuidad del grano y reduce el rendimiento por unidad de área.

Para la prevención de este problema, el control de esta enfermedad es importante sembrar en suelos bien drenados, utilizar semilla mejorada de genotipos que presenten tolerancia a estas enfermedades y evitar heridas innecesarias en la planta cuando se realizan labores dentro de la parcela. La prevención de enfermedades puede realizarse a través de varios métodos:

Evitando el uso de semillas enfermas que puedan contaminar el suelo. Manejo adecuado de rastrojos para evitar que sean hospederos de enfermedades. Uso de variedades mejoradas y tolerantes a las enfermedades predominantes en la zona como la mancha de asfalto. Hacer aplicaciones preventivas y no curativas.

2.1.7.14. Cosecha del cultivo de maíz (*Zea mays* L.)

Dependiendo de la variedad o híbrido de maíz utilizado a los 90 días después de la siembra se puede identificar el punto negro y este es el indicador que nos dice que la milpa puede doblarse, que es el tiempo en que la mazorca ya llenó, y se puede cosechar o tapiscar de 20 a 35 días después de la dobla.

Se hace la primera cosecha en Ixcán y el Polochic entre los meses de agosto a septiembre; y la segunda cosecha entre los meses de febrero a marzo

2.1.7.15. Prácticas para el buen almacenamiento del grano

El éxito del almacenamiento depende del manejo que se le proporcione al grano en la fase de campo. Es importante saber que cualquier atraso en la cosecha aumenta las posibilidades de daño en post cosecha, debido a la presencia de insectos y hongos que dañan la calidad del grano. La cosecha se puede realizar a los 20 y 35 días después de la dobla. (Ramírez Genel, M. 1984).

Un mal manejo del grano en la etapa Post Cosecha puede echar a perder todo el esfuerzo realizado en el campo. Una vez cosechada la mazorca se procede al secado lo cual facilita el desgrane, por lo que es necesario reducir la humedad del grano cosechado a un 12 – 14 %.

La reducción de la humedad a un 12 – 14 % se logra exponiendo las mazorcas al sol durante dos o tres días.

Para exponer las mazorcas al sol, se colocan sobre plásticos, sacos, láminas u otros materiales que impidan el contacto directo con el suelo. (Ramírez Genel, M. 1984).

Para comprobar el contenido de humedad del grano se recomienda hacer:

Si al apretar el grano con la uña, ésta solamente hace una marca en la cubierta, significa que tiene una humedad del 12 al 14 % y está listo para el desgrane.

De igual forma, si al presionar el grano suavemente con los dientes, éstos solamente dejan una marca en la cubierta, significa que tiene una humedad del 12 al 14 %.

Pero para fines de estudio se utilizó un medidor de humedad.

Una vez ya seco el grano se procede a la limpieza del grano que consiste en eliminar los granos quebrados, pequeños, deformes, podridos, raquíticos y enfermos. Igualmente, se eliminan materiales extraños, como pedazos de olote, semillas de otras especies, piedras y terrones. (Ramírez Genel, M. 1984).

2.1.7.16. Secado del grano

¿Cómo saber cuándo la humedad es menor al 13 %?

Si al realizar la prueba de la uña y del diente, estos no se introducen en el grano, significa que tiene humedad menor del 13 % y está listo para ser almacenado.

2.1.7.17. Almacenamiento

Un buen almacenamiento del grano ayuda a conservar su calidad. El tiempo que se desee almacenar dependerá del contenido de humedad del grano, la temperatura y la humedad del lugar.

El contenido de humedad del grano es uno de los principales factores que afectan el almacenamiento. A mayor tiempo de almacenamiento se requiere menor humedad del grano, del lugar y menor temperatura. (Ramírez Genel, M. 1984).

2.1.8 Estadísticas de producción Ixcán, El Quiché y comunidades

De acuerdo al diagnóstico socioeconómico realizado por la Facultad de Económica de la Universidad de San Carlos de Guatemala para el año 2015 presentaron el valor de la producción del maíz para ese año, el cual se puede observar en el cuadro 6.

Cuadro 6: Producción de maíz, volumen y valor de la producción año 2015, municipio de Ixcán, Quiché.

Tamaño de finca	Producción en qq	%	Valor de la producción en Q.	%
Micro finca	4,788	4.75	526,680	4.75
Sub-familiar	31,920	31.65	3,511,200	31.65
Familiar	64,144	63.60	7,055,840	63.60
Total	100,852	100.00	11,093,720	100.00

Fuente: Reyes Merlos, 2015.

2.2. Marco referencial

2.2.1. Ubicación geográfica de la zona de investigación

La ubicación geográfica donde se realizó la sistematización de experiencias en el almacenamiento del grano de maíz (*Zea mays L.*) fueron en las comunidades de las riberas del río Chixoy, San Jacobo II y Muñecas del municipio de Ixcán del departamento de Quiché.

Figuroa López (2009), indica que el municipio de Ixcán, se encuentra situado en la parte norte del departamento de El Quiché, en la Región VII o Región Nor-Occidente. Se localiza en la latitud 15° 55' 50" y en la longitud 90° 44' 20". Limita al Norte con México; al Sur con los municipios de Chajul y Uspantán (Quiché); al Este con los municipios de Cobán y Chisec (Alta Verapaz); y al Oeste con el municipio de Barillas (Huehuetenango).

Cuenta con una extensión territorial de 1,574 km² (no está determinada con exactitud, pues todavía se encuentra en litigio con Uspantán), y se encuentra a una altura de 245 m s.n.m. su clima es cálido. Se encuentra a una distancia de 85 km de la cabecera departamental de El Quiché. (figura 1).

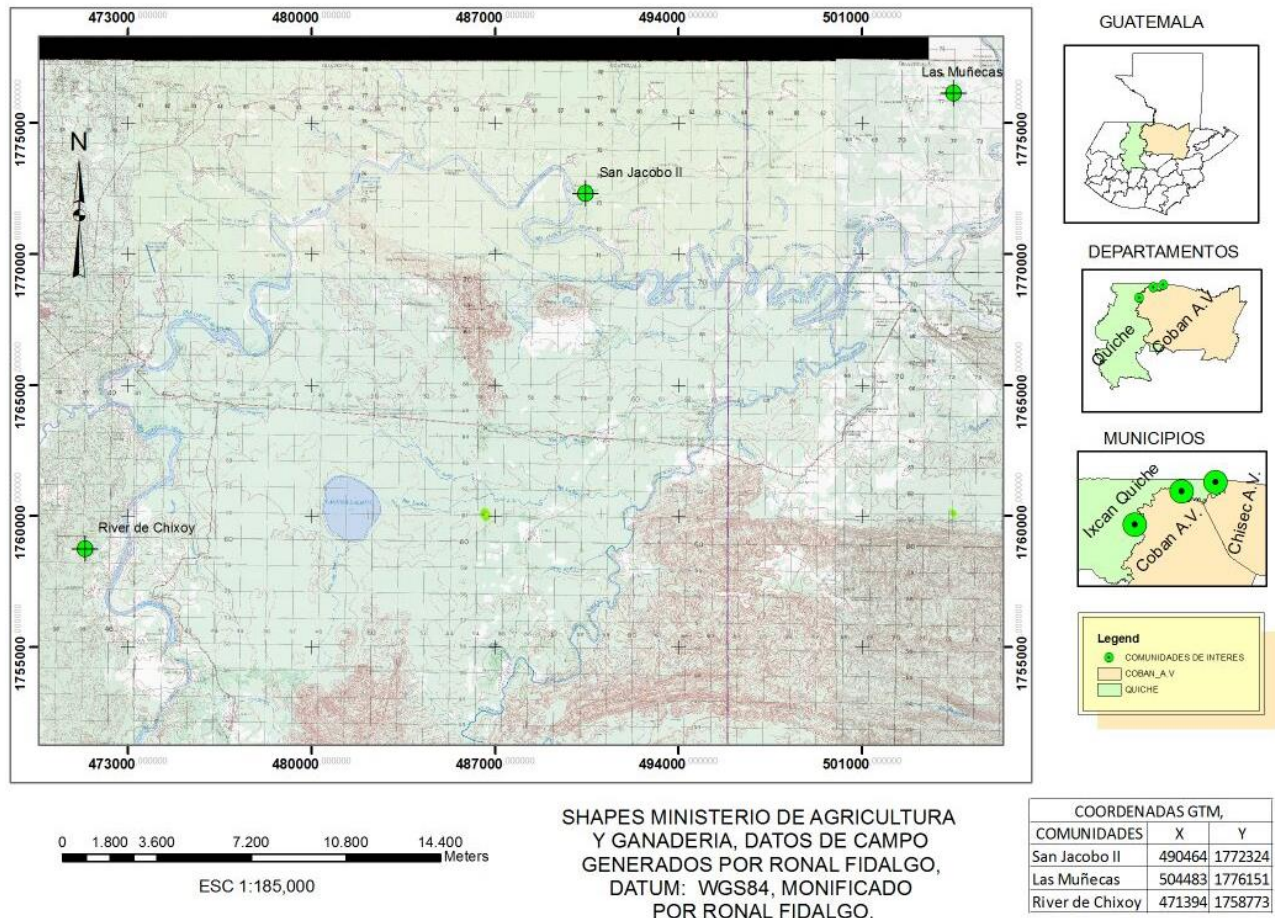
La municipalidad es de cuarta categoría y cuenta con un pueblo que es su cabecera municipal Playa Grande, 3 aldeas y 108 caseríos. (Figuroa López 2009)

Ixcán significa serpiente antigua, cierta gente antigua, en lengua Ixil. De las voces ish, o sh, que significa tiempo pasado y Kan, serpiente, culebra, cierta gente antigua. Fue creado por Acuerdo Gubernativo No. 722-85 del 21 de agosto de 1985. Desmembrándose de los municipios de Uspantán, Chajul (Quiché) y Barillas (Huehuetenango). (Figuroa López 2009)

Celebra su fiesta titular del 15 al 17 de mayo, en honor a San Isidro. El idioma indígena predominante es el Uspanteco, aparte de que también hablan el español.

La ubicación de las comunidades donde se realizaron los estudios se muestra en la figura 1.

Figura 1: Ubicación de las comunidades donde se realizó el estudio de los métodos de almacenamiento.



Fuente: MAGA, 2016.

Su economía se basa en la agricultura de productos como: Maíz, frijol, cardamomo y caña de azúcar; y la producción artesanal de: trenzas y sombreros de palma, candelas y jarcia. Ixcán está bañado por el Río Chixoy o Río Negro. (Figuerola López 2009)

No se cuenta con información técnica y científica sobre particularidades de cada una de las comunidades donde se efectuó la sistematización por lo que las particularidades de la ubicación

geográfica se hicieron en base a la información sobre el municipio de Ixcán. (Figueroa López 2009)

2.2.2. Zona de vida

Según La municipalidad de Ixcán (Municipalidad de Playa Grande 2017), el municipio pertenece a la zona de vida Bosque muy Húmedo Sub-tropical cálido -bmhs-. El régimen de lluvia es mayor por lo que influye en la composición florística y en la fisonomía de la vegetación.

2.2.3 Edafología

El departamento de Quiché se divide fisiográficamente en cuatro regiones, que de sur a norte son:
 Montañas volcánicas, 170.03 km² (2.03 % departamental)
 Altiplanicie central 3,357.11 km² (40.07 %)
 Cerros de calizas 3,103.81 km² (37.05 %)
 Tierras bajas del Petén-Caribe 1,747.05 km² (20.85 %. (Figueroa López 2009)

Estas últimas ocupan casi la totalidad del Municipio de Ixcán, excepto su extremo Sur, ocupado por cerros de calizas.

Según la clasificación de suelos dado por el servicio de conservación de suelos del departamento de agricultura de Estados Unidos, en Ixcán hay ocho clases de capacidad productiva de la tierra. El 20 % es apto para cultivos, pero siendo necesarias prácticas de conservación de suelos. (Figueroa López 2009)

La mayoría de los mejores suelos para establecimiento de cultivos limpios, de las clases II, III y IV, requieren sin embargo técnicas específicas para su manejo. Aun así, la mayoría de los suelos en Ixcán son de vocación forestal y muy susceptible a la erosión; predominando los suelos de dos tipos:

Suelos Tzejá: Lixiviados profundos y mal drenados, se forman a partir de la roca madre carbonatada; ocupan el 79 % del total, tienen relieve ondulado y pendiente baja, la textura predominante es franco-arcillosa, consistencia friable profundidad de 25 cm y el subsuelo 75 cm de fertilidad baja y alto peligro de erosión.

Suelos Chapayal: Profundos y bien drenados, desarrollados a partir de la piedra caliza, también de relieve muy plano, textura arcillosa, profundidad media de 20 cm y el subsuelo de 50 cm son también poco productivos, pero menos susceptibles a la erosión. (Figuroa López 2009)

También existen suelos aluviales en los márgenes de los ríos, son arenosos, con alto contenido en materia orgánica, bien drenados; son buenos para la agricultura, pero se debe tener en cuenta que están sujetos a inundaciones periódicas en época de lluvias.

2.2.4 Clima

La temperatura promedio anual del municipio de Ixcán es de 32 °C, la temperatura más baja alcanza los 18 °C y la más alta alcanza los 37 °C; la precipitación pluvial promedio es de 2,632 mm; la humedad relativa anual promedio es del 81 %. (Figuroa López 2009)

Cuanto mayor sea la cantidad de agua que haya en el suelo, más lento son los cambios de temperatura, esto es debido a que el calor específico del agua es mayor que el calor específico de sus componentes sólidos. Es decir, el agua retiene una mayor cantidad de calor que las partículas sólidas.

2.2.5. Hidrología

En cuanto a cuencas hidrográficas se refiere, se destacan sobre todo cuatro cauces que recogen el agua de drenaje de todo el Municipio, siendo éstos: el río Ixcán, río Xalbal, río Tzejá y el río Chixoy o Negro.

El más importante es el río Chixoy, en este desemboca el río Tzejá, drenando gran parte no sólo del Municipio sino del departamento, sirve además de límite natural entre los departamentos de Alta Verapaz y Quiché. Sirviendo también de límite natural entre Ixcán y Huehuetenango transita el río Piedras Blancas. En medio del Municipio corre el río Xalbal que drena al Municipio en su zona central.

Estos cuatro afluentes discurren de Sur a Norte y van a desembocar al río Usumacinta que tras un largo recorrido desemboca en el Océano Atlántico.

2.2.6 Institución donde se implementó el estudio

Instituto Interamericano de Cooperación para La Agricultura en convenio con El Programa Mundial de Alimentos –PMA-; mediante la iniciativa Compra Para El Progreso, que a través de diversas acciones de fortalecimiento organiza a productores y productoras para que alcancen un nivel de sostenibilidad y competitividad, desde una perspectiva empresarial, con la finalidad que estas puedan proporcionar a sus socios y socias, servicios diversos tales como: comercialización, crédito, abastecimiento de insumos, asistencia técnica y manejo post-cosecha, entre otros.

El Programa Mundial de Alimentos (PMA) (ONU Guatemala 2017), fundado en 1961, es el organismo de asistencia alimentaria del Sistema de las Naciones Unidas. Cada año, alimenta a más de 97 millones de personas en más de 80 países. La visión del PMA, establecido desde 1973 en Guatemala, es la de un mundo en el cual cada hombre, mujer y niño tenga acceso en todo momento a la alimentación necesaria para llevar una vida activa y saludable. El objetivo final de la asistencia alimentaria deber ser la eliminación de su propia necesidad.

La misión del PMA es salvar vidas y medios de subsistencia y mejorar la nutrición, seguridad alimentaria y autosuficiencia de las personas más pobres y más vulnerables del mundo. El objetivo final es lograr el Hambre Cero, en línea con un reto establecido por el Secretario General de las Naciones Unidas Ban Ki-Moon en el 2012. El PMA contribuye a que el tema de la lucha contra el hambre y la desnutrición esté en el centro de las preocupaciones de la comunidad internacional. En su dialogo con ésta, los Gobiernos y beneficiarios, el PMA propone políticas, estrategias y

operaciones que beneficien directamente a las personas en situación de inseguridad alimentaria y fomenten el desarrollo económico y social. (ONU Guatemala 2017)

A través de los programas de Alimentos por Trabajo, en el PMA proporcionamos alimentos a las personas con hambre a cambio de trabajar en proyectos de desarrollo que ayuden a construir las bases de un futuro mejor.

2.2.6.1 Iniciativa de compras para el progreso P4P

La iniciativa Compras para el Progreso (P4P) (ONU Guatemala 2017), inició en Guatemala con la visión de convertirse en una plataforma que ayude a crear oportunidades de acceso a mercados estructurados y subsecuentemente que impere una comercialización sostenible.

Los productos involucrados son el maíz y el frijol debido a su importancia para la seguridad alimentaria de los guatemaltecos y constituir una fuente de ingresos para los pequeños productores. (FAO Guatemala 2017)

La iniciativa identificó asociaciones o cooperativas que ya poseían un nivel relativamente desarrollado de organización, de manera que fuera factible para los productores alcanzar en un corto período de tiempo, el cumplimiento de las normas de calidad requeridas para la compra por parte del PMA.

Se trabajó con las organizaciones de productores en Ixcán con las asociaciones siguientes:

APADI: Asociación de Productores Agrícolas y sus Derivados de Ixcán, con sede en la comunidad San Jacobo II.

ADGAM Chixoy: Asociación de Desarrollo y Gestión Agrícola Maya Chixoy, con sede en la comunidad Riveras del Chixoy.

ECA Las Muñecas: Empresa Campesina Asociativa Las Muñecas, con sede en la comunidad Las Muñecas.

Los objetivos primarios de la iniciativa P4P Guatemala son:

- ✓ Determinar las mejores prácticas para mantener una interacción más provechosa con los mercados y compartir dichas prácticas.
- ✓ Incrementar las capacidades de las personas agricultoras.
- ✓ Determinar cuáles son las mejores prácticas para que las personas agricultoras de bajos ingresos incrementen sus ventas al PMA y otros mercados.
- ✓ Hacer que las iniciativas del PMA en compra de alimentos sean accesibles a OPs locales. (ONU Guatemala 2017),

El P4P en Guatemala recibió financiamiento de la Fundación Buffett (HGBF), del programa de la EU Food Facility (EUFF) y del gobierno de Canadá. La asignación de fondos tiene la particularidad de administrarse de forma diferenciada no solo por objetivos sino también por área geográfica. (ONU Guatemala 2017),

La fundación de Howard G. Buffett financia las operaciones en la región Norte, que incluye al Alta Verapaz é Ixcán, Quiché y en la región Sur que abarca Escuintla, Suchitepéquez, Retalhuleu y Santa Rosa. (ONU Guatemala 2017),

Los diversos donantes también representan desafíos para la iniciativa, pues cada uno establece prioridades específicas que afectan la implementación. Un ejemplo de como las prioridades de los donantes pueden afectar la implementación de la iniciativa es la selección de las organizaciones beneficiadas.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Realizar una sistematización de las experiencias obtenidas en el proceso de manejo post cosecha del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) Durante el periodo 2013 – al 2015 en el municipio de Ixcán, Quiché, Guatemala C.A.

3.2. Objetivos específicos

1. Determinar el proceso metodológico aplicado al manejo post cosecha en tres unidades de almacenamiento de maíz (*Zea mays L*) en el municipio de Ixcán, Quiché.
2. Identificar cuál de las tres diferentes unidades de almacenamiento presentan mejores resultados en la conservación de granos y disminuye la incidencia de daños causados por insectos, hongos u otro patógeno.
3. Determinar el porcentaje de insectos presentes en las tres unidades de almacenamiento que influyan en la calidad del grano.
4. Determinar la presencia de aflatoxinas en las unidades de almacenamientos de granos de maíz.

4. HIPOTESIS

De las unidades de almacenamientos utilizadas en el proceso de sistematización del manejo post cosecha de maíz, se cree que la bolsa hermética Super Granero Grain Pro Inc presentará mejores resultados en cuanto al silo metálico, al silo plástico y la troja de madera.

Esto se debe a que la estructura de la bolsa, permite mantener mayor hermetismo, e incrementa la temperatura en el interior disminuyendo la cantidad de oxígeno en el interior de la bolsa, por lo que si algún hongo o insecto quedará en el mismo provocará su muerte por asfixia.

Así mismo otro factor a considerar es que la bolsa actúa como barrera contra la humedad y gases permitiendo una inmejorable protección contra el ingreso de vapor de agua, favoreciendo y preservando altas concentraciones de dióxido de carbono y bajos niveles de oxígeno creados por el metabolismo de los insectos y la respiración de la semilla por el grano almacenado.

5. METODOLOGIA

5.1 Sistematización del proceso del manejo post cosecha de maíz (*Zea mays* L), periodo 2013 – 2015, en el municipio de Ixcán, Quiché, Guatemala, C.A.

El presente estudio, se realizó en tres diferentes comunidades del municipio de Ixcán, departamento del Quiché, siendo ellas Las Muñecas, San Jacobo II y Riveras del Chixoy, Como parte de la iniciativa Compras Para El Progreso del Programa Mundial de alimentos –PMA- que busca mejorar la calidad de la producción del grano de maíz.

La sistematización presentada recoge la experiencia obtenida en el desarrollo del trabajo ejecutado por la iniciativa P4P-HGBF, y da énfasis a las principales lecciones aprendidas, en el manejo post cosecha.

Esta iniciativa además de promover la vinculación de la oferta de granos básicos con mercados competitivos nacionales e internacionales, busca también incrementar la productividad, calidad e inocuidad de los productos alimenticios ofertados por las personas productoras de bajos ingresos organizadas.

El Instituto Interamericano de Cooperación Para la Agricultura –IICA-, en convenio con el Programa Mundial de Alimentos –PMA- espera que a través de diversas acciones de fortalecimiento que ejecuta en la actualidad, las organizaciones de productores y productoras alcancen un nivel de sostenibilidad y competitividad, desde una perspectiva empresarial, con la finalidad que estas puedan proporcionar a sus socios y socias, servicios diversos tales como: comercialización, crédito, abastecimiento de insumos, asistencia técnica y manejo post-cosecha, entre otros.

Para la implementación de la iniciativa P4P-HGBF el PMA, seleccionó áreas específicas de las regiones del Norte del país, en las cuales se encuentran asentados núcleos poblacionales de personas productoras, integrados en Organizaciones de baja producción agrícola, que tienen

como una de sus actividades primordiales la producción de granos básicos, especialmente de maíz.

Para el desarrollo del proceso de sistematización, se utilizaron diferentes técnicas para la colecta de información primaria y secundaria que permitiera reconstruir la experiencia y analizarla, dentro de estas se utilizó el acopio y revisión de documentos, la entrevista a funcionarios del P4P-HGBF y el PMA, la visita y entrevistas a agricultores(as) líderes de las organizaciones y las reuniones de trabajo con el personal técnico del P4P.

El proceso de sistematización de las experiencias vividas en el almacenamiento de granos se resume de la siguiente manera:

5.1.1. Tiempo y espacio de la investigación

Tomando en cuenta la época de siembra del cultivo de maíz por los pequeños productores que en la zona de estudio se dan dos cosechas al año, siendo la primera sembrada en el mes de mayo cosechándose en septiembre y la segunda cosecha se siembra en octubre y se cosecha en febrero del siguiente año.

El tiempo en que se llevó a cabo la investigación, fue a partir del segundo ciclo de siembra del mes de octubre del año 2013 finalizando en el segundo ciclo de siembra del mes de octubre del año 2015, obteniendo así un total de 5 ciclos en investigación y desarrollo de experiencias para la formulación de la sistematización del almacenamiento de maíz (*Zea mays. L*), en el municipio de Ixcán, departamento de Quiché.

5.1.2. Diagnostico comunitario unidades de almacenamiento

La selección de las comunidades a realizarse el estudio se efectuó bajo la realización de un diagnóstico de diferentes comunidades del municipio de Ixcán del Departamento del Quiché, para el cual se le estaba brindando asesoría técnica en cuanto al cultivo de maíz.

La metodología se basó en seleccionar a las comunidades que mayores problemas presentaban en cuanto al almacenamiento de granos, la cual está relacionada a la nutrición de sus pobladores. Así mismo se tomaron en cuenta factores como la aceptación de la asesoría y la aceptación de la presencia técnica dentro de la comunidad.

Las comunidades elegidas fueron: Riveras del río Chixoy, Las Muñecas y San Jacobo II. En el que se trabajaron con 25 familias de cada comunidad por un periodo de tiempo aproximado de dos años y medio. Tiempo en que fueron evaluados distintas unidades de almacenamiento, como es el caso de la troja de madera (es la que por costumbre utilizan), la implementación del silo metálico, silo plástico y la bolsa hermética Grain Pro.

5.1.3. Herramientas de la sistematización

Dentro de las herramientas utilizadas para la sistematización, se trabajó conjuntamente con los líderes comunitarios, con apoyo de la municipalidad de Ixcán, en el que se conformaron talleres y charlas de la siembra, fertilización, plagas y enfermedades, pero sobre todo en el almacenamiento del grano para autoconsumo,

Se realizaron entrevistas a diferentes personas de las distintas comunidades con el objeto de indagar sobre sus costumbres y la manera en que operan el almacenamiento del grano. (Ver anexos).

5.1.4. Grupo meta

La realización del presente estudio, fue dirigida para conocer el impacto que tienen las unidades de almacenamiento tecnificadas para tener un grano de maíz (*Zea mays L*) de buena calidad libre de aflatoxinas, hongos y roedores que dificulten la salud humana y así mismo facilitarle el proceso al agricultor.

5.1.5. Tiempo y espacio del estudio

El tiempo en que se realizó el presente estudio fue de dos años, iniciando en el año 2013 y finalizando en el año 2015. Tiempo en el que se evaluaron distintas unidades de almacenamiento.

Cabe recalcar que en el transcurso de un año se efectúan dos ciclos de siembra, dando inicio a la investigación en el segundo ciclo del año 2013 y finalizando para el primer ciclo del año 2015.

5.2 Tratamientos evaluados

Los tratamientos que se evaluaron, fueron unidades de almacenamiento de maíz (*Zea mays* L.), que permitiera mantener el grano en condiciones de calidad, tanto para veta como para consumo humano.

Los tratamientos evaluados se presentan en el cuadro 7 en el que indica específicamente la sistematización en el almacenamiento del maíz.

Cuadro 7: Indicaciones de los tratamientos de almacenamiento de maíz sistematizados.

Tratamientos	Unidad de almacenamiento	Ciclo de ejecución
T ₀ (Testigo)	Troja de madera	Desde primer ciclo de siembra del 2013 hasta el primer ciclo de siembra del 214
T1	Silo metálico	A partir del primer ciclo de siembra del año 2013 hasta el primer ciclo de siembra del 2015.
T2	Silo plástico	A partir del primer ciclo de siembra del 2014 hasta el primer ciclo de siembra del 2015.
T3	Bolsa hermética (Super granero de Grain Pro)	A partir del primer ciclo de siembra del 2014 hasta el primer ciclo de siembra del 2015.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

La cosecha de la primera siembra, se hace entre septiembre y octubre y se almacena en los silos en octubre y noviembre. Y la segunda se almacena a partir de marzo abril.

5.2.1. Variables respuestas

- ✓ Porcentaje de la calidad del grano almacenado.
- ✓ Porcentaje de insectos presentes en las unidades de almacenamiento.
- ✓ Porcentaje de humedad presente en las unidades de almacenamiento.

5.3. Proceso de almacenado

El proceso post cosecha inicia desde la dobla de la milpa, posteriormente continua con la recolección o cosecha y finaliza con el almacenamiento del grano. A continuación, se presenta el proceso de post cosecha.

5.3.1. Dobla de milpa

La dobla de la milpa da inicio al proceso postcosecha, esto se realiza con la finalidad de interrumpir los procesos fisiológicos de la planta como es el transporte de los nutrientes a través del xilema y el transporte del agua a través del floema, cuyo objetivo es disminuir el porcentaje de humedad del grano, esto es un modo de control natural de secado.

Se realiza a los 90 días después de la siembra y efectúa donde se puede identificar el punto negro que aparece en la milpa lo que lo convierte como un indicador para poder realizar la dobla y a los 20 días después de la dobla se cosecha o como culturalmente se le denomina en nuestro medio tapiscar.

En el municipio de Ixcán se realiza la primera cosecha entre los meses de septiembre y octubre; y la segunda cosecha entre los meses de febrero a marzo.

Se recomienda cosechar el grano arrancando solamente la mazorca y dejar las hojas que envuelve a la mazorca, culturalmente llamado tuza en la planta con esta práctica las mazorcas se sacan más rápido y se ahorra tiempo y dinero.

Se debe evitar que el grano entre en contacto con el suelo y se ensucie, ya que contamina y absorbe humedad dando lugar a la proliferación de hongos.

Esta práctica permite dejar más rastrojo en el campo, lo que contribuye a mejorar el suelo.

Al momento en que se cosechan las mazorcas hay que colocarlas en canastas, sacos y otros recipientes para evitar todo tipo de contaminación y proliferación de hongos.

5.3.2. Cosecha

La cosecha consiste en recoger todas las mazorcas dejadas en campo después de la dobla. Se recomienda cosechar el grano arrancado y dejar el resto de la planta con esto se contribuye a que las mazorcas se sequen más rápido y se ahorra tiempo y dinero.

Hay que considerar que en la región del Ixcán es una zona muy húmeda, por lo que hay que tener cuidado cuando haya demasiada lluvia en el momento del llenado de grano a la cosecha, debido a que provoca pudriciones en la mazorca, afectando el rendimiento por manzana, en la calidad y en la inocuidad del grano.

Por tal razón es recomendable sembrar en mayo para cosechar a finales de agosto o inicios de septiembre donde se puede aprovechar la canícula para la cosecha.

En la siembra de segundo ciclo es importante sembrar en el mes de octubre para evitar que existan daños por la mancha de asfalto, ya que, en los meses de enero y febrero, debido a las bajas temperaturas la mancha de asfalto causa daños hasta de un 70 % de la producción.

El 80% de lo cosechado es destinado a la comercialización, en el que llegan intermediarios en camiones a comprar la cosecha o el agricultor lleva el producto a la terminal del municipio.

El 20% restante de la cosecha, es almacenado y utilizado para autoconsumo. Es ahí en donde entran en función las distintas unidades de almacenamiento.

5.3.3 Selección y almacenamiento

El proceso de selección del grano, es elegir el que en mejores condiciones se encuentre, que no sea muy pequeño, que no esté quebrado, que no tenga presencia de hongos o presencia de aflatoxinas.

Para esto se utilizaron medidores de humedad, los cuales son utilizados para medir la cantidad de humedad presente en el grano. Esto se efectúa después de la cosecha y si en dado caso la humedad aun es alta se deja más tiempo en el sol para su secado completo. El porcentaje recomendado de humedad para granos básicos es el 12-14 %.

El grano de mejor calidad es seleccionado y destinado para el comercio y el resto es utilizado para consumo. Una característica del proceso de selección es que el grano debe estar seco y no con humedad debido a la proliferación de hongos.

5.3.4. Secado del grano

Para el secado del grano se procura no tardarse más de ocho días después del desgrane de esta forma se evita el deterioro y daño del grano.

Se utilizan lonas, plásticos, láminas u otros materiales para evitar que el grano esté en contacto con el suelo. Procure que no se ensucie y absorba humedad. Hay que tomar en cuenta que para almacenar el grano se requiere de una humedad del 12 – 14 %.

5.3.5. Comercialización

La comercialización del producto se lleva a cabo en el que intermediarios llegan a las comunidades a obtener el grano y otros en el que llevan el producto a la terminal del municipio.

El precio del producto es cambiante por lo que se mantiene en un rango de Q. 80.00 a Q. 120.00. Esto debido a factores como distancia a la capital, o mayor oferta del grano.

5.3.6. Almacenamiento de granos

El almacenamiento de granos al inicio se hacía en trojas de madera como se ha dado de generación en generación de los pobladores de las comunidades del Ixcán, por lo que para el primer ciclo de siembra solamente se evaluó la troja de madera, con el objeto de tenerlo como testigo y tener parámetros en cuanto a las otras unidades de almacenamiento a implementar.

Para el segundo ciclo de siembra se introdujo el silo metálico, lastimosamente por un descuido de los agricultores no se percataron de la humedad presente en el grano con lo que existió proliferación de hongos, teniendo como resultado el malestar de los agricultores.

Para el tercer ciclo nuevamente se implementó el silo metálico, en el que se obtuvo muy buena calidad del grano, pero al agricultor no le satisfizo, debido a que hay que tener mucho cuidado y control en el mismo.

Para el tercer y cuarto ciclo también se introdujo el silo plástico y la bolsa hermética Grain Pro, con los que también se obtuvieron resultados positivos. Aunque hay que dejar en claro que el que mejor aceptación tuvo fue el silo plástico debido a que es hermético y no da oportunidad a presentarse hongos por humedad.

La bolsa hermética Grain Pro, no fue bien aceptada, debido a que necesita de 3 o 4 operadores caso contrario al silo metálico y plástico. Así mismo presentó el problema de que los roedores se comen la bolsa.

El almacenado del grano dura un período de tres a seis meses, que es en el que el contenido de humedad del grano debe ser menor al 14 %.

Se asegura de colocar el silo o bolsa en un lugar con buena temperatura, ventilación y humedad baja. Esto ayudará a conservar la calidad del grano por más tiempo.

Se protege el grano del daño de insectos en el almacenamiento, tratándola con insecticidas que se gasifican utilizando 3 pastillas de Phostoxin por silo en este caso solo el metálico con capacidad de 12 qq de maíz.

Hay que proteger el grano de insectos, roedores y enfermedades durante el almacenamiento.

Un grano con menos del 14 % de humedad, almacenado en un lugar fresco y con poca humedad relativa permanecerá en buenas condiciones por más tiempo.

Para la región del Ixcán se recomienda utilizar los silos Plásticos debido a las condiciones de alta humedad relativa en el ambiente y altas temperaturas, estos silos son los más propicios para estas regiones con base a las evaluaciones realizadas por el IICA.

5.4. Lecciones aprendidas en el proceso de la sistematización

Dentro de las lecciones aprendidas en el proceso de sistematización del periodo 2013 al 2015 es que para el agricultor es difícil cambiar sus prácticas de manejo, las tecnologías que se proponen deben ser de fácil manejo y demostrar sus beneficios para lograr la aceptación.

Otra de las experiencias recolectadas es que el éxito del almacenamiento depende del manejo que se le proporcione al grano en la fase de campo. Es importante saber que cualquier atraso en la cosecha aumenta las posibilidades de daño en post cosecha, debido a la presencia de insectos

y hongos que dañan la calidad del grano. La cosecha se puede realizar a los 20 a 35 días después de la dobla.

Un mal manejo del grano en la etapa Post cosecha puede echar a perder todo el esfuerzo realizado en el campo. Una vez cosechada la mazorca se procede al secado, lo cual facilita el desgrane, por lo que es necesario reducir la humedad del grano cosechado a un 12 – 14 %. De acuerdo a estudios del MAGA el 2 al 3 % se pierde de granos en la cosecha en el campo, siempre y cuando se utilicen buenas prácticas agrícolas; caso contrario las pérdidas pueden ser desde el 10 % hasta el 25 ó 30 %.

La reducción de la humedad a un 12 % – 14 % se logra exponiendo las mazorcas al sol durante dos o tres días.

Para alcanzar el porcentaje de humedad menor al 14 % se deben de exponer las mazorcas al sol, colocándolas sobre plásticos, sacos, láminas u otros materiales que impidan el contacto directo con el suelo.

Una vez ya seco el grano se procede a la limpieza del grano que consiste en eliminar los granos quebrados, pequeños, deformes, podridos, raquíticos y enfermos. Igualmente, se eliminan materiales extraños, como pedazos de olote, semillas de otras especies, piedras y terrones.

5.4.1. Obstáculos encontrados

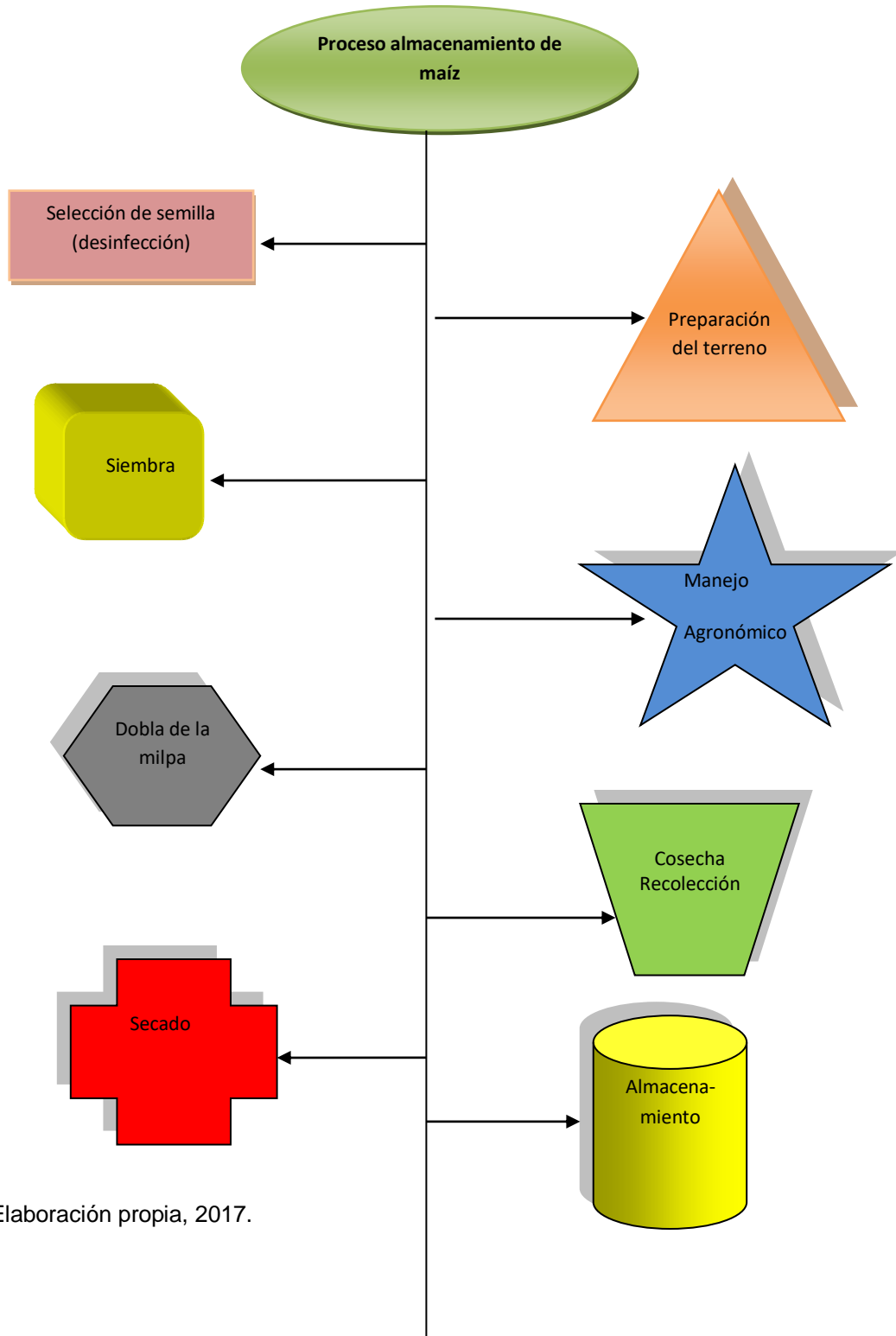
Dentro de los obstáculos encontrados es que es difícil cambiar la mentalidad de los agricultores, el proceso de tecnificación es complicado debido a que se rigen a las técnicas que sus ancestros les han enseñado. Pero cabe recalcar que es viable tecnificarlos a través de un proceso minucioso y de alta atención, para la aceptación de la tecnología.

Otro de los obstáculos encontrados es complicado que el agricultor se interese por tecnificarse, siempre está a la espera de proyectos que les provea de insumos, caso contrario no hacen esfuerzo alguno por querer tecnificarse.

El proceso metodológico para la sistematización del almacenamiento de granos básicos específicamente del cultivo de maíz, se presenta en la figura 2.

5.5. Flujograma de procesos

Figura 2: Flujograma de procesos de siembra y almacenamiento de los granos de maíz.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

6. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos durante la sistematización de experiencias en el almacenamiento del grano de maíz (*Zea mays* L.) se presentan por ciclo de almacenamiento siendo de la siguiente manera:

Los ciclos de siembra y unidades de almacenamientos utilizadas en el proceso de sistematización de maíz se presentan en el cuadro 8.

Cuadro 8: Ciclos de siembra y unidades de almacenamiento implementadas en el área de estudio y sistematizadas.

	Ciclo de almacenamiento	Unidad de almacenamiento
Mayo 2013	Primer ciclo	Implementación de la troja de madera
Septiembre 2013	Segundo ciclo	Troja de madera
		Implementación Silo metálico
Mayo 2014	Tercer ciclo	Troja de madera
		Silo metálico
		Bolsa hermética Super Granero Grain pro
Septiembre 2014	Cuarto ciclo	Silo metálico
		Silo Plástico
		Bolsa hermética Super Granero Grain pro
Mayo 2015	Quinto ciclo	Silo metálico
		Silo Plástico
		Bolsa hermética Super Granero Grain pro

6.1. Descripción de los ciclos de siembra y unidades de almacenamiento

6.1.1. Primer ciclo de almacenamiento:

- ✓ **Implementación de la troja de madera.** Se inició el proceso de almacenamiento de granos de maíz (*Zea mays* L.), con grano producido en la siembra de mayo, con la unidad de almacenamiento de troja, la cual consiste en una caja de madera con una capacidad para 20 qq. Sus dimensiones fueron de 1,50 m de largo, por 1,50 m de ancho por 1,50 m ancho. La calidad del grano de maíz (*Zea mays* L.), introducido en la unidad de almacenamiento fue grano de buena calidad, sin presencia de insectos o de gorgojos.

Los resultados obtenidos en la troja fueron desfavorables debido a la proliferación de gorgojos y roedores, en un 20 % dañando los granos de maíz (*Zea mays* L.), Así mismo se tuvo la presencia de aflatoxinas la cual es una sustancia toxica tanto para seres humanos, como para animales domésticos.

Teniendo como resultado principal, la pérdida de un 20 % del grano almacenado, perjudicando principalmente a las familias que se benefician de dicho almacenamiento.

En base a lo anterior, en el nuevo ciclo de producción se procedió a la implementación de una nueva unidad de almacenamiento el silo metálico, los resultados obtenidos se presentan a continuación.

6.1.2 Segundo ciclo de almacenamiento:

Para el segundo ciclo de almacenamiento, se implementó el silo metálico y se mantuvo un ciclo más a la troja de madera, con la finalidad de observar diferencias en cuanto al tipo de unidad de almacenamiento.

✓ **Troja de madera**

Con respecto a la troja de madera, se obtuvieron resultados similares al primer ciclo de almacenamiento, con presencia de roedores pero también hay que considerar que su manejo es fácil; y los agricultores quisieron evaluarla nuevamente debido a que es una cuestión cultural y les es difícil dejarla, de un momento a otro debido a que con ella han trabajado toda su vida.

✓ **Silo metálico**

En el silo metálico se almacenó una cantidad de 12 qq de granos de maíz, esta capacidad es la que con mayor frecuencia utilizan los agricultores.

Su implementación es más fácil en relación a la troja de madera, para ello solamente se hace una tarima de 0.40 m de altura por 1.20 m de ancho por 1.20 m de largo, y tiene la diferencia en que su manejo lo puede realizar un solo operador a diferencia de la troja de madera.

El silo metálico tiene un precio comercial de Q. 1,000.00 con lo que para su completa instalación se requiere de Q. 1,050.00 debido a la tarima que se le hace, ello con la finalidad que el silo no esté en contacto permanente con el suelo.

En esta unidad de almacenamiento se utiliza una pastilla conocida como Fosfamina que es un insecticida que actúa en forma de gas y cuya función es matar insectos adultos que puedan estar en el grano, así mismo hace desaparecer huevos, larvas y pupas que viven alojados en el exterior del grano.

El uso de dicho insecticida en forma de pastilla es de forma manual, debe de hacerse con mucho cuidado, para lo cual se utiliza un recipiente plástico que es introducido dentro del silo metálico y dentro del recipiente plástico se colocan las pastillas de Fosfamina envueltas en un pedazo de tela; se sella el silo metálico y por su hermetismo comienza a

volatilizarse la Fosfamina atacando de forma inmediata a cualquier insecto que pudo quedarse dentro de la unidad de almacenamiento.

El tiempo para mantener la dosis herméticamente en el almacén es de 10 días. La liberación del gas en las pastillas sólidas depende de la temperatura del ambiente y de la humedad relativa. Sin embargo, esta no es una limitante de relevancia en las fumigaciones de ambientes tropicales.

La dosis a utilizar es de 1 pastilla de Fosfamina por cada 4 qq de capacidad de almacenamiento, por lo que para el proyecto se utilizó una dosis de 3 pastillas de Fosfamina en el silo metálico de capacidad de 12 qq.

Dentro de las experiencias obtenidas en el segundo ciclo de almacenamiento, fue que en algún momento del almacenamiento los agricultores descuidaron el control del silo metálico, por lo que hubo incidencia de humedad, provocando la proliferación de hongos, dañando la calidad del grano y teniendo pérdidas del 10 % del almacenamiento.

6.1.3. Tercer ciclo de almacenamiento

✓ Troja de madera

Para el tercer ciclo de almacenamiento, se descartó la troja de madera debido al alto índice de roedores y la mala calidad del grano de maíz (*Zea mays* L).

✓ Silo metálico

Se evaluó nuevamente el silo metálico como unidad de almacenamiento, aunque se tuvo el inconveniente que en el ciclo anterior por una negligencia de los agricultores hubo presencia de humedad, por lo que ya existía la incertidumbre de implementarlo nuevamente.

Se convenció a los agricultores de implementar nuevamente el silo metálico, en el que se priorizó el control minucioso de todos los detalles de almacenamiento y se obtuvieron resultados positivos en cuanto a la calidad del grano y a la ausencia de insectos y roedores que pudieran perjudicar la calidad del grano.

A pesar de obtener resultados positivos los productores mostraban cierta inquietud en cuanto hacer uso del silo metálico debido a que necesita de mucha atención ya que si existe un descuido aumenta la humedad dentro del silo y por ende la proliferación de hongos.

6.1.4. Cuarto ciclo de almacenamiento

Para el cuarto ciclo, se descartó la troja de madera debido al alto índice de roedores y la mala calidad del grano de maíz (*Zea mays* L). Para dicho ciclo de almacenamiento se implementaron dos nuevas unidades de almacenamiento, siendo el silo plástico y la bolsa hermética Super Granero Grain Pro, los resultados y experiencias obtenidas se detallan a continuación.

✓ Silo metálico

El silo metálico, presentó muy buenos resultados, granos de buena calidad y sin presencia de roedores, ni insectos, pero con la desventaja de que no fue muy aceptado por los agricultores, debido a que necesita mayor control para evitar problemas de humedad.

✓ Silo plástico

El silo plástico es similar al silo metálico, con la diferencia que está fabricado de PVC que es un polietileno de baja densidad. El utilizado en el proyecto fue de capacidad de 20 qq. Al igual que el metálico necesita de una tarima para no estar en contacto directo con el suelo y el precio es similar.

Una de las ventajas del silo plástico es que no necesita mucho cuidado y no necesita pastillas de Fosfamina debido a que tiene mayor hermetismo, por lo que existe menos concentraciones de oxígeno lo que provoca la muerte de insectos o gorgojos que puedan estar en el exterior del grano.

El silo plástico fue el que mejor aceptación tuvo entre los agricultores, debido a que solamente se puede operar con una persona y no necesita de un proceso minucioso en cuanto al control de la humedad, caso contrario al silo metálico.

✓ **Bolsa hermética Super Granero Grain pro Inc.**

Se implementó la bolsa hermética Super Granero Grain Pro, que consiste en una bolsa de PVC resistente a los rayos ultravioleta que se cierra herméticamente con cierre tipo Ziploc de dos carriles, con la característica de que mantiene su condición hermética aun cuando se vaya sacando grano ya que la bolsa colapsa sobre si misma, de forma que no queda espacio con aire que permite la respiración y multiplicación de los insectos y mohos.

El Super Granero Grain pro permite almacenar simultáneamente diversos granos ensacados por muchos meses manteniendo su calidad y libre de insectos siempre que el grano haya sido secado a un contenido de humedad seguro (sorgo, arroz, maíz, frijol \leq 13%).

El Super granero, presentó resultados de grano de maíz (*Zea mays L.*), de muy buena calidad, no hubo presencia de insectos. El principal inconveniente que se encontró es su difícil implementación, ya que se necesita de cinco trabajadores para su instalación y para su operación. Así mismo hay que considerar el precio es mucho mayor lo que dificulta la adopción por los agricultores que son de escasos recursos.

La bolsa hermética Super granero Grain Pro que se utilizó en el proyecto fue de una capacidad de 25 qq de grano. Otro inconveniente que se encontró es que los roedores se comen la bolsa, lo que perjudica su adopción.

6.1.5. Quinto ciclo de almacenamiento

Para el quinto ciclo de almacenamiento, nuevamente se utilizaron el silo metálico, el silo plástico y la bolsa hermética súper granero Grain Pro en el que se obtuvieron resultados similares al cuarto ciclo, todos esto sirvió para fortalecer los resultados obtenidos en los ciclos anteriores, de cada unidad de almacenamiento.

Teniendo como mejor aceptación el silo plástico, por su fácil manejo de operación y menor atención en cuanto aspectos de humedad que puedan afectar la calidad del grano de maíz (*Zea mays L.*).

6.2. Análisis de resultados

En la siguiente sección se presentan datos concretos de la sistematización con el objeto de darle valor a las respuestas variables propuestas en la sistematización.

6.2.1. Evaluación de tres tipos de unidades de almacenamiento de maíz

Los datos que a continuación se presentan son los obtenidos en las comunidades Riveras del Chixoy, San Jacobo II y Las Muñecas, del municipio de Ixcán Quiché.

La evaluación de las diferentes unidades de almacenamiento de maíz en la comunidad Riveras del Chixoy se presenta en el cuadro 9.

Cuadro 9: Evaluación de tres tipos de unidades de almacenamiento de maíz evaluado y sistematizado de la asociación, comunidad Riveras del Chixoy, Ixcán El Quiché.

Nombre de la organización: Asociación de Desarrollo y Gestión Agrícola Maya Chixoy.
Socios y socias responsables del ensayo: Ronal Fidalgo
Ubicación del ensayo: Bodega de la Asociación ubicada en la comunidad Riveras del Chixoy Ixcán El Quiché.

	Silo metálico	Silo plástico	Bolsa Grain pro
Cantidad de grano almacenado qq	12 qq	20 qq	25 qq
Fecha de almacenamiento	26 /09/2014	26 /09/2014	26 /09/2014
Fecha de des almacenaje	23/02/2015	23/02/2015	23/02/2015
Características del grano almacenado	Control de calidad realizado el 26/01/15		
% grano quebrado	1 %	1 %	1 %
% de impureza	Menos del 1 %	Menos del 1 %	Menos del 1 %
No de insectos vivos	0	0	0
% de grano picado	0	0	0
Presencia de aflatoxinas	No	No	No
% grano con germen dañado	8 %	8 %	8 %
% humedad	12.9 %	12.9 %	12.9 %
% de grano inmaduro.	10 %	10 %	10 %
Variables a evaluar en grano almacenado			
Concentración de O2			
Presencia de insectos vivos durante el almacenaje	No	No	No
Calidad de grano al inicio y finalización del almacenaje	Buena al final	Buena al final	Buena al final
Tratamiento al grano almacenado			
Cantidad y producto utilizado	3 pastillas de Detia	Sin pastilla	Sin pastilla
Costos			
Precio del grano al momento del almacenamiento	Q. 100.00	Q. 100.00	Q. 100.00
Precio de venta del grano.	Q. 130.00	Q. 130.00	Q. 130.00
Precio del silo o bolsa	Q. 900.00	Q.1000.00	Q. 2500.00
Costo mano de obra para almacenar	Q. 100.00	Q. 150.00	Q. 250.00
Costo productos químicos utilizados	Q. 10.00	Q. 0.00	Q. 0.00
Costo infraestructura utilizada	Q. 100.00	Q. 100.00	Q. 100.00
Costos totales	Q.1,110.00	Q.1,250.00	Q. 2,850.00

6.2.2. Evaluación de tres tipos de unidades de almacenamiento de maíz

Las unidades de almacenamiento de maíz comunidad San Jacobo II, se muestran en el cuadro 10.

Cuadro 10: Evaluación de tres tipos de unidades de almacenamiento de maíz sistematizados en la comunidad San Jacobo II Ixcán El Quiché.

Nombre de la organización: Asociación de Productores Agrícolas y sus Derivados del Ixcán.

Socios y socias responsables del ensayo: Leonel René Caal Tercero y Ronal Fidalgo

Ubicación del ensayo: Comunidad San Jacobo II Ixcán El Quiché.

	Silo metálico	Silo plástico	Bolsa grain pro
Cantidad de grano almacenado qq	12 qq	20 qq (2 unidades)	
Fecha de almacenamiento	29 /10/2013	29 /10/2013	
Fecha de des almacenaje	25 /02/2014	25 /02/2014	
Características del grano almacenado	Control de calidad realizado el 25/02/14		
% grano quebrado	1 %	1 %	
% de impureza	Menos del 1 %	Menos del 1 %	
No de insectos vivos	0	0	
% de grano picado	0	0	
Presencia de aflatoxinas	No	No	
% grano con germen dañado	2 %	2 %	
% humedad	12.6 %	12.6 %	
% de grano inmaduro.	71 %	71 %	
Variables a evaluar en grano almacenado			
Concentración de O2			
Presencia de insectos vivos durante el almacenaje	No	No	
Calidad de grano al inicio y finalización del almacenaje	Buena al final	Buena al final	
Tratamiento al grano almacenado			
Cantidad y producto utilizado	3 Pastillas	Sin pastilla	
Costos			
Precio del grano al momento del almacenamiento	Q. 100.00	Q. 100.00	
Precio de venta del grano.	Q. 140.00	Q. 140.00	
Precio del silo o bolsa	Q. 800.00	Q. 1000.00	
Costo mano de obra para almacenar	Q. 50.00	Q. 50.00	
Costo productos químicos utilizados	Q. 10.00	Q. 0.00	
Costo infraestructura utilizada	Q. 40.00	Q. 100.00	
Costos totales	Q. 900.00	Q.1,150.00	

6.2.3. Evaluación de tres tipos de unidades de almacenamiento de maíz

Las unidades de almacenamiento de maíz, utilizadas en la comunidad de las Riveras del Chixoy Ixcán, El Quiché se muestra en el cuadro 11.

Cuadro 11: Evaluación de tres tipos de unidades de almacenamiento de maíz, sistematizados en la comunidad Riveras del Chixoy Ixcán El Quiché.

Nombre de la organización: Asociación de Desarrollo y Gestión Agrícola Maya Chixoy.
Socios y socias responsables del ensayo: Carlos Osla , Juan Tojín Pú y Ronal Fidalgo
Ubicación del ensayo: Bodega de la Asociación ubicada en la comunidad Riveras del Chixoy Ixcán El Quiché.

	Silo metálico	Silo plástico	Bolsa grain pro
Cantidad de grano almacenado qq	12 qq	36 qq (2 unidades)	25 qq
Fecha de almacenamiento	17 /05/2014	17 /05/2014	17 /05/2014
Fecha de des almacenaje	25/07/2014	25/07/2014	25/07/2014
Características del grano almacenado	Control de calidad realizado el 26/06/14		
% grano quebrado	1 %	1 %	1 %
% de impureza	Menos del 1 %	Menos del 1 %	Menos del 1 %
No de insectos vivos	0	0	0
% de grano picado	0	0	0
Presencia de aflatoxinas	No	No	No
% grano con germen dañado	5 %	3 %	5 %
% humedad	13.5 %	13.9 %	13.5 %
% de grano inmaduro.	33 %	54 %	33 %
Variables a evaluar en grano almacenado			
Concentración de O2			
Presencia de insectos vivos durante el almacenaje	No	No	No
Calidad de grano al inicio y finalización del almacenaje	Buena al final	Buena al final	Buena al final
Tratamiento al grano almacenado			
Cantidad y producto utilizado	3 pastillas de Detia	Sin pastilla	Sin pastilla
Costos			
Precio del grano al momento del almacenamiento	Q. 105.00	Q. 105.00	Q. 105.00
Precio de venta del grano.			
Precio del silo o bolsa	Q. 900.00	Q. 1000.00	Q. 2500.00
Costo mano de obra para almacenar	Q. 100.00	Q. 150.00	Q. 250.00
Costo productos químicos utilizados	Q. 10.00	Q. 0.00	Q. 0.00
Costo infraestructura utilizada	Q. 100.00	Q. 100.00	Q. 100.00
Costos totales	Q. 1.110.00	Q. 1,250.00	Q. 2,850.00

6.2.4. Evaluación de tres tipos de unidades de almacenamiento de maíz

Las unidades de almacenamiento de maíz en la comunidad Las Muñecas del municipio de Ixcán, departamento del Quiché se muestra en el cuadro 12.

Cuadro 12: Evaluación de tres tipos de unidades de almacenamiento de maíz sistematizados en la comunidad Las Muñecas Ixcán El Quiché.

Nombre de la organización: Empresa Campesina Asociativa Las Muñecas.
Socios y socias responsables del ensayo: Daniel Choj Rax, José Choc y Ronal Fidalgo
Ubicación del ensayo: Bodega de la Asociación ubicada en la comunidad Las Muñecas Ixcán El Quiché.

	Silo metálico	Silo plástico	Bolsa Grain pro
Cantidad de grano almacenado qq	15 qq	15 qq	17 qq
Fecha de almacenamiento	29 /04/2014	29 /04/2014	29 /04/2014
Fecha de des almacenaje	19/07/2014	19/07/2014	19/07/2014
Características del grano almacenado	Control de calidad realizado el 02/05/14		
% grano quebrado	4 %	1 %	1%
% de impureza	Menos del 1 %	1 %	1 %
No de insectos vivos	2	0	0
% de grano picado	1	0	0
Presencia de aflatoxinas	No	No	No
% grano con germen dañado	3 %	4 %	4 %
% humedad	11.6 %	12 %	12 %
% de grano inmaduro.	5 %	8 %	8 %
Variables a evaluar en grano almacenado			
Concentración de O2			
Presencia de insectos vivos durante el almacenaje	Si	No	No
Calidad de grano al inicio y finalización del almacenaje	Buena al final	Buena al final	Buena al final
Tratamiento al grano almacenado			
Cantidad y producto utilizado	3 pastillas de Detia	3 pastillas de Detia	Sin pastilla
Costos			
Precio del grano al momento del almacenamiento	Q. 102.00	Q. 102.00	Q. 102.00
Precio de venta del grano.	Q. 125.00	Q. 125.00	Q. 125.00
Precio del silo o bolsa	Q. 900.00	Q. 1000.00	Q. 2,500.00
Costo mano de obra para almacenar	Q. 50.00	Q. 50.00	Q. 200.00
Costo productos químicos utilizados	Q. 10.00	Q. 10.00	Q. 0.00
Costo infraestructura utilizada	Q. 100.00	Q. 100.00	Q. 100.00
Costos totales	Q.1,060.00	Q. 1,160.00	Q. 2,800.00

6.2.5. Evaluación de tres tipos de unidades de almacenamiento de maíz

Las unidades de almacenamiento de maíz en la comunidad Las Muñecas del municipio de Ixcán, departamento del Quiché se muestra en el cuadro 13.

Cuadro 13: Evaluación de tres tipos de unidades de almacenamiento de maíz sistematizados en la comunidad Las Muñecas Ixcán El Quiché.

Nombre de la organización: Empresa Campesina Asociativa Las Muñecas.
Socios y socias responsables del ensayo: Daniel Choj Rax y José Choc.
Ubicación del ensayo: Bodega de la Asociación ubicada en la comunidad Las Muñecas Ixcán El Quiché.

	Silo metálico	Silo plástico	Bolsa Grain pro
Cantidad de grano almacenado qq	11.60 qq	12 qq	23.8 qq
Fecha de almacenamiento	06 /05/2015	06 /05/2015	06 /05/2015
Fecha de des almacenaje	06/08/2015	06/08/2015	06/08/2015
Características del grano almacenado	Control de calidad realizado el 06/07/15		
% grano quebrado	1%	1%	1%
% de impureza	Menos del 1 %	Menos del 1 %	Menos del 1 %
No de insectos vivos	2	2	2
% de grano picado	1	1	1
Presencia de aflatoxinas	No	No	No
% grano con germen dañado	2 %	2 %	2 %
% humedad	13.5 %	13.5 %	13.5 %
% de grano inmaduro.	78 %	78 %	78 %
Variables a evaluar en grano almacenado			
Concentración de O2			
Presencia de insectos vivos durante el almacenaje	Si	Si	Si
Calidad de grano al inicio y finalización del almacenaje	Buena al final	Buena al final	Buena al final
Tratamiento al grano almacenado			
Cantidad y producto utilizado	3 pastillas de Detia	3 pastillas de Detia	Sin pastilla
Costos			
Precio del grano al momento del almacenamiento	Q. 100.00	Q. 100.00	Q. 100.00
Precio de venta del grano.	Q. 120.00	Q. 120.00	Q. 120.00
Precio del silo o bolsa	Q. 900.00	Q. 1,000.00	Q. 2,500.00
Costo mano de obra para almacenar	Q. 50.00	Q. 50.00	Q. 150.00
Costo productos químicos utilizados	Q. 10.00	Q. 10.00	Q. 0.00
Costo infraestructura utilizada	Q. 25.00	Q. 0.25	Q. 50.00
Costos totales	Q. 985.00	Q. 1,060.25	Q. 2,700.00

Como se puede observar en los resultados obtenidos según cuadros anteriores donde se evaluaron las técnicas de almacenamiento de granos de maíz como lo fueron: a) Silo Metálico, b) Silo Plástico, c) Bolsa Grain Pro, cuando se siguen todas las recomendaciones técnicas tal es el caso de la última evaluación (Año 2015), se obtienen buenos resultados al utilizar cualquiera de las tres diferentes unidades de almacenamiento, con la única salvedad que el Super Granero Grain Pro es más caro en su adquisición, tiene problemas con los roedores ya que estos los perforan y se consumen el grano y lo dejan inutilizable, también necesita más personal para llevar a cabo el almacenamiento del grano y que necesita una estructura de soporte que es más onerosa en su construcción.

El grano al sacarlo de las tres diferentes unidades de almacenamiento sale con las mismas características con las que ingresó en cuanto a la humedad del grano, % de grano con el germen dañado, % de grano picado, % de impurezas y el número de insectos vivos.

Al comprar un silo metálico y silo plástico, su precio en el mercado es similar teniendo un precio de alrededor de Q. 800.00 el silo metálico y Q. 900.00 el silo plástico, aunque en el campo el silo metálico es el que más utilizan ya que este es subsidiado por el programa Poscosecha del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación -MAGA- donde el productor únicamente aporta el valor de la mano de obra que es de Q. 140.00. El silo plástico puede ser herméticamente cerrado en comparación al silo metálico, lo que disminuye la cantidad de oxígeno que queda en la unidad de almacenamiento y evita la reproducción de los gorgojos.

En algunos casos particulares con productores individuales, utilizando el silo metálico tuvieron problemas con el ingreso de humedad a la unidad de almacenamiento, lo que provocó que el grano fuera atacado por hongos y esto lo hizo inservible para el consumo humano, aunque técnicamente se sabe que este grano posee la toxina Aflatoxina producida por los hongos *Aspergillus*, que es cancerígena tanto para humanos como para los animales, dichos productores lo que optaron fue dárselo a sus animales de traspatio. Por lo que se concluye que es más recomendable la difusión de la tecnología del silo plástico, para ser utilizado por los agricultores, basado en todo lo anteriormente descrito.

6.3. Historial fotográfico troja de madera

En las siguientes fotografías se observa la forma tradicional en el que almacenaban los granos de maíz.



En las fotografías puede observarse el sistema que tradicionalmente utilizaban en la comunidad que es el caso de la troja de madera.

6.4. Historia fotográfico silo metálico

En las fotografías pueden observarse los diferentes silos metálicos que se utilizaron en la realización de la sistematización.



En las fotografías se observan los distintos silos metálicos así como la organización con los miembros de las comunidades.

6.5 Historial fotográfico silo plástico

A continuación, se observan fotografías del silo plástico utilizado en las diferentes comunidades.



En las fotografías se logra observar los diferentes silos plásticos utilizados durante la sistematización del proceso de almacenamientos de granos.

6.6 Historial fotográfico Super granero Grain Pro Inc.

En las siguientes fotografías se logra observar la bolsa hermética utilizada en las diferentes comunidades.



En las fotografías podemos observar la bolsa hermética utilizada el Super Granero Grain Pro Inc.

7. CONCLUSIONES

1. La troja de madera, por costumbre es la unidad de almacenamiento que con mayor frecuencia utilizan los productores de maíz (*Zea mays L.*) de las comunidades de Ixcán, sin embargo, presenta diversos inconvenientes como la presencia de roedores e insectos que afectan la calidad del grano, provocando pérdidas hasta del 20 % del almacenamiento que tienen destinado para autoconsumo.
2. Siendo el silo metálico una buena alternativa de almacenamiento, ya que el grano es protegido de roedores e insectos en un 100 %, los productores deben mejorar las prácticas de almacenar el grano al 14 % de humedad y asegurarse que el silo esté limpio y seco, y revisar periódicamente el ingreso de humedad.
3. El silo plástico al igual que el silo metálico son de bajo costo, en relación al supergranero Grain pro, con la particularidad que el silo plástico tuvo mejor aceptación en un 85 %; debido a que necesita menor control de humedad, por su capacidad de mantener hermetismo, que restringe la presencia de insectos y hongos.
4. El Super granero Grain pro, presentó resultados positivos en la protección del grano de roedores e insectos, tuvo una aceptación del 80 %, pero presenta la dificultades de alto costo y difícil operación y el problema de los roedores que rompen la bolsa, poniendo en riesgo la calidad del grano de maíz, (*Zea mays L.*).
5. El silo plástico tuvo también tuvo un aceptación del 80 %, en relación a la troja de madera, al silo metálico y la bolsa hermética Super granero Grain pro, por lo que productores de las comunidades de las muñecas, San Jacobo II y Riveras del río Chixoy con el transcurrir del tiempo han implementado esta unidad de almacenamiento.
6. Es difícil hacer un cambio inmediato en la tecnificación del almacenamiento de los granos de maíz (*Zea mays L.*), en el área rural de Ixcán, debido a la costumbre que ha existido,

para las familias es difícil adoptar un nuevo modelo de almacenamiento, no obstante observar resultados positivos, lo que repercute en la calidad de vida, a causa de la mala calidad del grano de maíz que almacenan y posteriormente consumen.

7. En el silo metálico, con agricultores manejando su unidad de almacenamiento de manera individual y con presencia de humedad, se encontraron problemas por la presencia de aflatoxinas, en el grano de maíz almacenado.

8. RECOMENDACIONES

1. Se puede promocionar y utilizar el silo metálico, siempre y cuando se facilite un proceso fuerte de acompañamiento en su implementación para evitar problemas de proliferación de hongos que desmotive al productor y pierda la confianza en el uso de los mismos. Se recomienda utilizar las medidas técnicas como las rondas periódicas en el interior del silo la utilización de la pastilla fumigadora contra insectos y sobre todo el monitoreo constante.
2. Se recomienda hacer uso del silo plástico, debido a su similar precio al silo metálico y a su fácil operación, en comparación al Super granero Grain Pro, además tiene mayor aceptación ya que queda sellado herméticamente y elimina la presencia de roedores y de insectos que pueden dañar el grano. Así mismo hay que considerar que con el silo plástico se elimina el uso de productos químicos como la pastilla fumigadora, ello por su capacidad de hermetismo.
3. Facilitar una campaña de capacitación, para evitar que los productores estén contaminando el grano de maíz (*Zea mays L.*) con productos altamente tóxicos como folidol y volatón para el control de insectos y roedores.
4. La fosfamina es un insecticida que evita la proliferación de gorgojos en el almacenamiento del grano, pero se recomienda el cuidado necesario, debido a que es altamente tóxico y es peligroso para la salud humana si no se le da el manejo adecuado.
5. Realizar campañas de asesoría técnica y capacitaciones en la temática de manejo de almacenamiento de granos para que los productores estén más familiarizados con las tecnologías y alcancen la adopción de dicha tecnología en las comunidades rurales del país.

9. BIBLIOGRAFIA

1. CENTA (Centro de Tecnología Agropecuaria y Forestal, El Salvador). 2015. Almacenamiento hermético de grano en bolsas. El Salvador, CENTA, Programa de Agroindustria. 6 p.
2. COSUDE (Cooperación Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Honduras). 1999. Factores físicos que afectan el grano almacenado. Honduras. p. 4-6.
3. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 1990. Factores que afectan el almacenamiento de los granos. Honduras. 3 p.
4. _____. 1995. Factores que afectan el almacenamiento de los granos. Honduras. 3 p.
5. FAO, Guatemala. 2017. Censo nacional agropecuario (en línea). Guatemala. Consultado 15 abril 2017. Disponible en: <http://www.fao.org/publications/en/>
6. Fibtex, Colombia. 2017. Almacenamiento de granos (en línea). 2 ed. Colombia. Consultado 12 oct. 2016. Disponible en <http://www.fibtexcolombia.com/esp/grainpro-supergranero3.php>
7. Figueroa López, EN. 2009. Diagnostico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión en el municipio de Ixcán, departamento del Quiché. Tesis Lic. Cont. Púb. y Audit. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas. 190 p.
8. Gómez Leonardo, LF. 1995. Evaluación preliminar del funcionamiento de la caseta de secado, como alternativa para el manejo postcosecha de maíz (*Zea mays* L.) en Zaragoza, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 67 p.
9. ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Guatemala). 2014. Manual recomendaciones técnicas para el cultivo de maíz. Guatemala, ICTA, Programa de Investigación para el Desarrollo Agrícola. 130 p.
10. IICA, Nicaragua; GTZ (Agencia Alemana de Cooperación Técnica, Nicaragua). 2016. Guía para el almacenamiento hermético de semillas y granos. Managua, Nicaragua. 39 p.
11. Jiménez Fabián, A; Moreno, JM. 2003. El ensilaje una alternativa para la conservación de forrajes. Colombia, CORPOICA. 110 p.
12. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2008. Informe situación maíz blanco. Guatemala, MAGA, Proyecto Almacenamiento de Granos. 18 p.

13. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala); COSUDE (Cooperación Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Guatemala). 2004. Proyecto post cosecha, informe final, fase III, (1,999-2,003). Guatemala. 24 p.
14. Municipalidad de Playa Grande, Quiché, Guatemala. 2017. Información del municipio (en línea). Guatemala. Consultado 15 abril 2017. Disponible en <http://www.muniplayagrandeixcan.gob.gt>
15. ONU, Guatemala. 2017. Programa Mundial de Alimentos (en línea). Guatemala. Consultado 14 enero 2017. Disponible en <http://onu.org.gt/onu-en-guatemala/agencias/programa-mundial-de-alimentos/>
16. Ramírez Genel, M. 1984. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. 3 ed. México, CECSA. 300 p.
17. Rotoplas, Guatemala. 2017a. Silo metálico manejo de granos almacenados (en línea). Guatemala. Consultado 18 enero 2017. Disponible en www.postcosecha.net
18. _____. 2017b. Silos plásticos (en línea). Guatemala. Consultado 18 enero 2017. Disponible en: <http://www.rotortanques.com/silos-tanque-plasticos.html>



Polando Ramírez

10. ANEXOS

Las entrevistas realizadas a los productores, en donde se realizó la sistematización del almacenamiento de maíz se presentan en el anexo 1.

Anexo 1. Guía de entrevistas a productores(as)

Postcosecha de maíz

Información General:

1. Departamento: _____
 2. Municipio: _____
 3. Localidad (Aldea, Caserío, otro): _____
 4. Nombre de la Organización: _____
 5. Nombre de la persona entrevistada: _____
 6. Función dentro de la organización: _____
 7. Número de teléfono: _____
-

Situación de la postcosecha de maíz antes del P4P

8. ¿Cuál ha sido la costumbre para almacenar o guardar el maíz y porqué de esa manera?
 9. ¿Cuánto tiempo guardaba usted el maíz?
 10. ¿Cuántos quintales guardaba usted? ¿Por qué?
 11. ¿Para qué guardaba usted maíz? (Si es más de una razón, indicar cuanto de cada una)
 12. ¿Cuánto estima que gastaba usted al año para guardar su maíz?
 13. ¿Cuáles eran los principales problemas que perjudicaban su maíz guardado?
 14. ¿Cuánto estima usted que eran las pérdidas de grano al año, por la forma en que usted lo guardaba?
-

Situación actual de la postcosecha de maíz

15. ¿Cuál es el sistema actual para almacenar o guardar el maíz y porqué es de esa manera?
 16. ¿Cuánto tiempo guarda usted el maíz actualmente?
 17. ¿Cuántos quintales guarda usted actualmente? ¿Por qué?
 18. ¿Para qué guarda usted maíz? (Si es más de una razón, indicar cuanto de cada una)
 19. Actualmente, ¿Cuánto estima que gasta usted al año para guardar su maíz?
 20. ¿Cuáles son los principales problemas que perjudican su maíz guardado en la actualidad?
 21. ¿Cuánto estima usted que son las pérdidas de grano al año, por la forma en que usted lo guarda actualmente?
-

Lecciones aprendidas

22. Principales lecciones aprendidas por las personas entrevistadas.
23. Principales lecciones aprendidas por otras personas de la organización, si son diferentes a las de la pregunta anterior.

En el anexo 2 se muestra la boleta utilizada para el control de calidad de los lotes de maíz utilizados.

Anexo 2. Boleta de control de calidad de los lotes de maíz almacenados

Nombre de la persona responsable		No. De Lote	
Procedencia		Responsable directo	
Unidad de almacenamiento			
Características	Silo Metálico	Silo Plástico	Bolsa Grain Pro
Cantidad almacenado en qq			
% de humedad del grano			
% grano quebrado			
% de impurezas			
% de grano picado			
Presencia de aflatoxinas			
% de germen dañado			
% de grano inmaduro			
% presencia de insectos vivos durante el almacenaje			
Calidad del grano al inicio y finalización del almacenaje			

Observaciones: