

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**OBSERVACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ BAJO EL SISTEMA DE  
ALTA DENSIDAD Y TRADICIONAL EN SAN JUAN LAGUNAS, PUTLA  
VILLA DE GUERRERO, OAXACA**

**POR:**

**SAMUEL ORTÍZ APARICIO**

**TRABAJO DE OBSERVACIÓN**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

**TORREÓN, COAHUILA**

**JUNIO DE 2017**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

OBSERVACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ BAJO EL SISTEMA DE  
ALTA DENSIDAD Y TRADICIONAL EN SAN JUAN LAGUNAS, PUTLA  
VILLA DE GUERRERO, OAXACA

POR

SAMUEL ORTÍZ APARICIO

TRABAJO DE OBSERVACIÓN

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

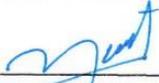
ING. AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

APROBADA POR:

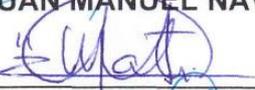
PRESIDENTE:

  
\_\_\_\_\_  
PhD. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA

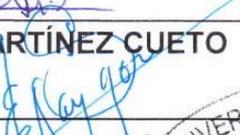
VOCAL:

  
\_\_\_\_\_  
ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

VOCAL:

  
\_\_\_\_\_  
M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL SUPLENTE:

  
\_\_\_\_\_  
ING. ELISEO RAYGOZA SÁNCHEZ

M.E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA

JUNIO 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

OBSERVACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ BAJO EL SISTEMA DE  
ALTA DENSIDAD Y TRADICIONAL EN SAN JUAN LAGUNAS, PUTLA  
VILLA DE GUERRERO, OAXACA

POR

SAMUEL ORTÍZ APARICIO

TRABAJO DE OBSERVACIÓN

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

ING. AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:

\_\_\_\_\_  
PHD. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA

ASESOR:

\_\_\_\_\_  
ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

ASESOR:

\_\_\_\_\_  
M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

ASESOR:

\_\_\_\_\_  
ING. ELISEO RAYGOZA SÁNCHEZ

\_\_\_\_\_  
M.E VÍCTOR MARTINEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO 2017



## AGRADECIMIENTOS

A *Dios* por haberme dado inteligencia y fuerza para alcanzar una de mis metas, gracias.

A mis asesores; *PhD. Vicente de Paul Alvarez Reyna, Ing. Juan Manuel Nava Santos, M.E. Víctor Martínez Cueto e Ing. Eliseo Raygoza Sánchez*, por su apoyo incondicional en la realización de este trabajo.

A los agricultores de la comunidad de San Juan Lagunas por permitirme realizar el presente trabajo de observación y apoyo brindado durante el ciclo del cultivo.

A mis compañeros de clase profesores y trabajadores de la universidad por haberme brindado su amistad, ayuda durante mi aprendizaje y a mis amigos presentes en los momentos más importantes en mi estancia en la Institución.

*Samuel Ortíz Aparicio*

## DEDICATORIA

El presente trabajo de observación representa el esfuerzo por alcanzar una de mis metas propuestas de mi vida que es obtener el título de Ingeniero Agrónomo en Irrigación.

A mi padre: *Gil Ortíz Varela* quien ha sido uno de los ejes fundamentales de mi formación e impulsor para alcanzar, todas mis metas.

A mi madre: *Juana Aparicio Sandoval* quien ha sido uno de los ejes fundamentales de mi formación e impulsora para alcanzar mis metas.

A mi hijo: *S. Samuel Ortíz Dolores* el que ha sido una fuente de inspiración para llegar a culminar este trabajo de tesis y seguir adelante.

A mi abuela: *Zenaida Sandoval Cruz* por haberme brindado su ayuda en todo momento.

A mis hermanos: *Gil Ortíz Aparicio* y *Martha Ortíz Aparicio* por haberme apoyado en todo momento.

*Samuel Ortíz Aparicio*

## RESUMEN

La demanda de alimentos ha incrementado como resultado del aumento de la población humana a través del tiempo. Problema debido al crecimiento urbano y disminución de las áreas de cultivo. Esto ha generado un fuerte problema para la agricultura, debido a que se está reduciendo la superficie para siembra, además de incrementarse la población lo que afecta directamente la demanda de alimentos. Analizando la situación con respecto a la sobrepoblación y demanda de alimentos. La solución más adecuada es la de aumentar la eficiencia de producción de alimentos, buscando nuevas técnicas de cultivo para producir más por unidad de superficie, una alternativa lo constituye aumentar la densidad de siembra. La utilización de semilla mejorada que se adapte al clima y adversidades del medio ambiente y que a la vez produzcan mejor cosecha en cuanto a cantidad y calidad; mejorando el control de plagas y enfermedades, ya que en la mayoría de los cultivos cuando ataca una plaga o una enfermedad y no se controla a tiempo puede llegar a causar una pérdida significativa en el cultivo e incluso pérdida total. Además se deberá incrementar la eficiencia en la aplicación de riego y fertilizantes, ambos puntos importantes pues si no existe un suministro adecuado de agua y nutrientes a los cultivos las plantas no absorben eficientemente los nutrientes que necesita para su óptimo desarrollo, por otro lado si no se aplica la dosis necesaria de fertilizante a un cultivo tampoco alcanzará su desarrollo óptimo lo cual se traducirá en una producción baja e incluso pérdida de la misma.

En el presente trabajo se observó la producción de maíz en una parcela ubicada en la comunidad de San Juan Lagunas, municipio de Putla, Oaxaca, bajo dos métodos de siembra: método de siembra tradicional, realizado por uno de los agricultores de la comunidad, y el método de siembra de alta densidad propuesto como parte de la tecnificación del cultivo de maíz para la región. El trabajo se realizó bajo condiciones climáticas y edáficas similares. El resultado observado indica que hubo diferencia entre los métodos de siembra utilizados. A mayor densidad de siembra de maíz se observó un incremento en el rendimiento, naturalmente la técnica de siembra se modificó, pues en la comunidad se acostumbra a sembrar “en mata” y la técnica nueva mostró ser

más efectiva. Concluyendo que en campo la siembra a mayor densidad incrementó la producción.

**Palabras clave:** Densidad de siembra, producción, maíz, calidad.

## CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	i
DEDICATORIA.....	ii
RESUMEN .....	iii
ÍNDICE DE CUADROS .....	VIII
I. INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVO.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1 Origen y antecedentes del cultivo del maíz.....	4
2.1.1 Origen del Maíz.....	5
2.1.2 Evolución .....	7
2.1.3 Difusión del maíz .....	7
2.2 Clasificación taxonómica del maíz.....	7
2.3 Descripción botánica del maíz.....	8
2.3.1 Semilla del maíz .....	8
2.3.2 Raíz del maíz.....	9
2.3.3 Tallo del maíz .....	9
2.3.4 Hojas del maíz.....	10
2.3.5 Inflorescencia del maíz .....	10
2.3.6 Fruto del maíz.....	11
2.4 Maíz Híbrido H-733.....	11
2.4.1 Descripción del maíz Híbrido H-733 .....	12
2.4.2 Características del híbrido H-377 .....	14
2.4.3 Densidad y método de siembra del híbrido H-377.....	14
2.4.4 Calidad nixtamalera-tortillera del híbrido H-377.....	15
2.4.5 Producción de Hojas (“Totomoxtle”) del híbrido H-377.....	16
2.4.5 Producción de semilla del híbrido H-377 .....	16
2.5 La siembra del Cultivo del maíz.....	17
2.5.1 Elección del lugar de siembra.....	17
2.5.2 Preparación del terreno .....	17
2.5.3 La siembra .....	18
2.6 Densidad de siembra del Cultivo del maíz.....	18
2.6.1 Densidad y su relación con el rendimiento .....	19

2.6.2	Relación de la densidad con la disponibilidad hídrica y nutricional.....	20
2.6.3	Relación de la densidad con la fecha de siembra.....	20
2.6.4	Factores que definen el rendimiento.....	21
2.7	La acidez del suelo.....	21
2.8	El encalado. ....	22
2.8.1	Beneficios del encalado.....	23
2.8.2	Época y aplicación del encalado.....	23
2.9	El riego. ....	24
2.9.1	Sistemas de Riego.....	24
2.10	Fertilización. ....	26
2.10.1	Fertilización Nitrogenada.....	26
2.10.2	Requerimientos de nitrógeno.....	27
2.10.3	Fertilización Fosfatada.....	28
2.10.4	Fertilización con Potasio.....	30
2.10.5	Fuentes y dosis de Fertilizantes .....	32
2.11	Control de maleza. ....	33
2.11.1	Periodo crítico de competencia.....	33
2.11.2	Métodos de control .....	34
2.12	Control de plagas. ....	35
2.12.1	Manejo Integrado de Plagas (MIP) .....	36
2.12.2	Plagas del suelo y su control .....	37
2.12.3	Plagas del follaje y su control .....	38
2.13	Control de plagas. ....	39
2.14	Dobla de la Milpa.....	43
2.15	Cosecha. ....	43
2.16	Almacenamiento.....	44
2.16.1	.....	44
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	47
3.1.	Ubicación geográfica.....	47
3.2.	Características del clima. ....	47
3.3.	Características edafológicas. ....	47
3.4.	Ubicación de la parcela. ....	48
3.5.	Parcela de observación.....	48
3.6.	Encalado .....	48

3.7.	La siembra.....	49
3.7.1.	Densidad de Siembra.....	49
3.8.	Resiembra.....	50
3.9.	Riego.....	50
3.10.	Manejo del cultivo.....	50
3.10.1.	Fertilización.....	50
3.10.2.	Control de maleza.....	51
3.10.3.	Polinización.....	51
3.10.4.	Control de plagas y enfermedades.....	51
3.10.5.	Cosecha.....	52
3.11.	Variables observadas.....	52
3.11.1.	Porcentaje de producción de elote.....	52
3.11.2.	Peso de la mazorca en verde.....	52
3.11.3.	Tamaño de la mazorca.....	52
3.11.4.	Rendimiento.....	53
3.12.	Cálculos.....	53
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	54
4.1.	Porcentaje de producción de Elote.....	54
4.2.	Tamaño de la mazorca.....	54
4.3.	Peso de mazorca en verde.....	54
4.4.	Rendimiento.....	55
V.	CONCLUSIONES.....	56
VI.	BIBLIOGRAFÍA.....	57

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Características morfológicas del híbrido H-377 y de sus progenitores. Tlajomulco, Jal. Promedio de dos años 2007 y 2008. INIFAP.....	14
<b>Cuadro 2.</b> Fertilización nitrogenada para distintos rendimientos de maíz, según el aporte de nitrógeno del suelo y un 40% de aprovechamiento del nitrógeno aplicado. INIA.....	28
<b>Cuadro 3.</b> Dosis de fosfatos (como pentóxido: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) recomendadas según nivel de disponibilidad de fósforo en el suelo (P-Bray I, 0-20 cm) para dos rendimientos esperados de maíz. ....	29
<b>Cuadro 4.</b> Fuentes de fertilizantes (P-Bray, 1999). ....	32
<b>Cuadro 5.</b> Dosis de fertilizantes (INIA). ....	33
<b>Cuadro 6.</b> Densidad de siembra. San Juan Lagunas 2017.....	49
<b>Cuadro 7.</b> Peso promedio de las mazorca en elote. San Juan Lagunas 2017.....	55

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz es el segundo cultivo de importancia a nivel del mundo por su producción, después del trigo, mientras que el arroz ocupa el tercer lugar. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y segundo, después del trigo, en producción total. El maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano o para el ganado o como fuente de gran número de productos industriales. La diversidad de los ambientes bajo los cuales es cultivado el maíz es mucho mayor que la de cualquier otro cultivo, originando su evolución en la zona tropical como una planta de excelente rendimiento y su periodo de post – cosecha es más largo lo que permite almacenarse y destinarse para consumo humano y animal. Según la FAO la producción es de 692.4 millones de toneladas métricas y su producción anual en el país es de 572,000 toneladas métricas. (FAO, 2001)

La producción de materia seca de un cultivo está directamente relacionada con el aprovechamiento de la radiación solar incidente. Además, para alcanzar el máximo rendimiento en situaciones sin limitación ambiental importante. Los cultivos deben aprovechar en su totalidad la radiación solar disponible durante los momentos críticos que determinan el rendimiento. En el cultivo de maíz, la densidad de plantas tiene importante efecto en la partición de materia seca entre estructuras vegetales y reproductivas. El rendimiento de este cultivo presenta escasa estabilidad frente a variaciones en densidad de plantas, y es sumamente sensible a la disminución en la cantidad de recursos por planta en el periodo alrededor de la floración. En consecuencia, el ajuste de densidad de plantas resulta especialmente crítico en este cultivo. La elección de densidad es un importante factor de producción del cultivo de maíz al alcance del agricultor. Por tal motivo, resulta deseable por parte de los agrónomos, definir las relaciones entre cantidad de plantas por unidad de superficie en un cultivo y su rendimiento, para distintas situaciones ambientales (Andrade F. et al. 1996).

Sin embargo la información disponible sobre el cultivo de maíz dulce para su aprovechamiento en fresco es escasa principalmente respecto al efecto de densidad de siembra sobre el rendimiento, la información sobre estudios

anteriores en la región a la que pertenece la comunidad y/o para el municipio de Putla Villa de Guerrero son inexistentes, pues no ha existido interés o la necesidad de hacerlo anteriormente. Actualmente, es necesario conocer y experimentar para mejorar la producción de este cultivo básico y de vital importancia para la población no solo de la región sino a nivel mundial; en virtud de lo cual se llevó a cabo este trabajo con el propósito de observar el efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento de maíz dulce de grano en la localidad de San Juan Lagunas, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

## **OBJETIVO**

Observar y evaluar la producción y calidad del cultivo de maíz bajo los métodos de siembra de alta densidad y tradicional.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Origen y antecedentes del cultivo del maíz.

El maíz (*Zea mays ssp. mays* L.) es una planta perteneciente a la familia de las gramíneas. Organismo dioico que depende completamente del ser humano para poder dispersar su semilla. A partir de un importante cúmulo de evidencias arqueológicas, presencia de poblaciones vivas de Teocintle (parientes silvestres más cercanos del maíz), así como la presencia actual de una enorme diversidad de razas, se sugiere que México es el centro de origen y domesticación del maíz MacNeish, 1967; Flannery, 1986; Harlan, 1992; Vavilov 1994, Piperno 2001, Aragón et al. 2006, Matsuoka et al. 2002, citados por CIMMYT 2008. En nuestro país se han documentado alrededor de 59 razas (Wellhausen 1951, Ortega et al. 2000, Sánchez et al. 2000) que han sido creadas a lo largo de aproximadamente 8,000 a 10,000 años por selección artificial practicadas por campesinos de acuerdo a su necesidad. Esta riqueza es de gran importancia biológica e histórica, no sólo para México sino para la humanidad (CIMMYT 2008). La diversidad genética encontrada en las razas mexicanas de maíz es una fuente de genes nuevos y antiguos que asegurarán la evolución continua y darán seguridad en la producción de alimento (Van Etten 2006). A su vez, la conservación de las razas nativas de maíz, mantiene también una herencia cultural milenaria (Aragón et al. 2006) y técnicas agrícolas campesinas con racionalidad ecológica (Ortiz Cereceres et al., 2007).

El maíz se ha convertido en el cereal más importante de México y del mundo; en el ámbito mundial, en 1961 el maíz ocupó el tercer lugar en producción, con sólo 7.8 y 4.9% menos que el trigo y arroz. En 2007 la producción de maíz fue superior en 20.7 y 29.3% la del arroz y trigo, respectivamente (FAO, 2008). Cambios que evidencian un aumento en la diversidad de usos del maíz en la alimentación humana, animal e industrial, específicamente, en ésta última, en la fabricación de biocombustibles y empaques. En México, en 2007, el 67.7% de la superficie cultivada se sembró con maíz y se produjeron 23.51 millones de toneladas de grano. En 2008 se estimó una producción de 25.12 millones de toneladas. En el área de influencia del Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro (CIRPAC), que comprende los estados de Colima, Jalisco,

Michoacán y Nayarit, se cosecharon 1.13 millones de hectáreas de maíz y aportaron el 21.6% de la producción nacional (SIAP, 2009); lo que evidencia la importancia del maíz en el ámbito regional y nacional.

En México, la mayoría de los productores de maíz (75-80%) destinan su cosecha principalmente al autoconsumo (microproductores), comercializando sus excedentes en mercados locales (Cruz, 2013). Este tipo de agricultores son los que se encargan de sembrar y conservar nuestras razas de maíz, manteniendo hasta 7 poblaciones diferentes en una sola parcela (Ortega et al., 2000). Por lo tanto, a pesar de que oficialmente en el 2006 la producción de maíz representó 12.5% del PIB agropecuario (44, 439 millones de pesos), la cifra está subestimada porque no incluyen la producción que fue destinada al autoconsumo y el valor de los subproductos de la planta que con frecuencia significan altas aportaciones en la estructura de costos para otros sistemas productivos (Sánchez y Stuber, 2000). Esto indica que el maíz es aún más importante social, cultural y económicamente de lo que oficialmente se llega a plantear. Por lo que es relevante tener un mejor entendimiento de qué impactos puede llegar a tener el cambio climático sobre este cultivo en México.

### **2.1.1 Origen del Maíz.**

Aunque se ha dicho y escrito mucho acerca del origen del maíz, todavía hay discrepancia respecto a los detalles de su origen. Generalmente se considera que el maíz fue una de las primeras plantas cultivadas por los agricultores desde hace 7 000 o 10 000 años. La evidencia más antigua del maíz como alimento humano proviene de algunos lugares arqueológicos en México donde algunas pequeñas mazorcas de maíz estimadas en más de 5 000 años de antigüedad fueron encontradas en cuevas de los habitantes primitivos (Wilkes, 1985). Las diversas teorías relacionadas con el centro de origen del maíz se pueden resumir de la siguiente manera.

### **2.1.1.1 Origen mexicano**

Muchos investigadores creen que el maíz se originó en México, donde el maíz y teosinte han coexistido desde la antigüedad, además ambas especies presentan una diversidad muy amplia (Wellhausen et al., 1951; Wilkes, 1985). El hallazgo de polen fósil y de mazorcas de maíz en cuevas en zonas arqueológicas apoya seriamente la posición de que el maíz se había originado en México.

### **2.1.1.2 Origen de maíz tunicado**

Existe la hipótesis de que el maíz se originó de una forma silvestre de maíz tunicado en las tierras bajas de América del Sur: se propone que el teosinte era un híbrido natural de *Zea* y *Tripsacum* (Mangelsdorf, 1947, 1952, 1974). Finalmente Mangelsdorf descarta esta hipótesis, la misma generó y estimuló gran cantidad de investigación. En los últimos tiempos la hipótesis de participación de las tres especies, maíz tunicado, teosinte y *Tripsacum* fue rechazada al no estar apoyada por datos citotaxonómicos y citogenéticos del maíz y del teosinte.

### **2.1.1.3 Origen de maíz de forma silvestre**

El maíz se originó de una antigua forma salvaje de maíz nativo, ahora extinta, en las alturas de México o Guatemala (Weatherwax, 1954, 1955; Mangelsdorf 1974). Los ancestros del maíz cultivado eran alguna forma de maíz silvestre. El maíz primitivo, teosinte y *Tripsacum* divergían entre ellos muchos miles de años antes de que el maíz silvestre evolucionara como para llegar a ser una planta cultivada. Como nunca se han encontrado el maíz silvestre o formas silvestres de plantas de maíz, esta teoría no recibe gran consideración.

### **2.1.1.4 Origen de maíz teosinte**

El maíz deriva del teosinte a través de mutaciones y por selección natural (Longley, 1941) o fue obtenido por los primeros agricultores fitomejoradores (Beadle, 1939, 1978, 1980). Es generalmente aceptado el hecho de que el teosinte es el antecesor silvestre y/o allegado al maíz y que ha participado directamente en el origen del maíz cultivado. La hipótesis de Beadle de que el maíz es una forma domesticada de teosinte ha encontrado

considerable apoyo por autores como Iltis, 1983; Mangelsdorf, 1986; Galinat, 1988, 1995; Goodman, 1988 y Doebley, 1990.

### **2.1.2 Evolución**

El debate sobre el origen del maíz todavía continúa y comprender ese problema no es solo de interés meramente académico. Es importante para promover programas agresivos de mejoramiento y para la transferencia de caracteres deseables de especies silvestres afines y cultivares locales en la evolución y continuo mejoramiento del maíz (Mangelsdorf, 1974).

### **2.1.3 Difusión del maíz**

La difusión del maíz a partir de su centro de origen en México a varias partes del mundo ha sido tan notable y rápida como su evolución a planta cultivada y productora de alimentos. Los habitantes de varias tribus indígenas de América Central y México llevaron esta planta a otras regiones de América Latina, al Caribe y después a Estados Unidos de América y Canadá. Los exploradores europeos llevaron el maíz a Europa y posteriormente los comerciantes lo llevaron a Asia y África (Mangelsdorf, 1974).

## **2.2 Clasificación taxonómica del maíz.**

Clasificación taxonómica del maíz (Ordoñez, 2001):

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinidae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Panicoideae

Tribu: Andropogoneae

Genero: Zea

Especie: Z. mays

Variedad Saccharata

## **2.3 Descripción botánica del maíz.**

### **2.3.1 Semilla del maíz**

La semilla de maíz dulce tiene un endospermo, embrión y pared frutal fusionada al epispermo (Solomon et al., 1996). La semilla ovoide, con ápice agudo obtuso redondeado y comprimido, es variable en color; mide entre 0.5 y 1.2 cm de largo y entre 0.5 y 1 cm de ancho.

La cantidad de semilla producida por la mazorca está determinada por el número de hileras de grano y número de granos por hilera, dependiendo de la variedad de maíz y cambios ambientales. La semilla de maíz dulce para almacenamiento requiere:

- a. Contenido de humedad de 8 a 12 %.
- b. Temperatura promedio 10 °C. (Jugenheimer, 1987)

Para germinación requiere las siguientes condiciones:

- a. Contenido de humedad relativa 55 %.
- b. Temperatura promedio 21 °C.
- c. Germinación no menor al 80%.

c. Tiempo de germinación 6 a 8 días. (Jugenheimer, 1987)

El almacenamiento y germinación de la semilla de maíz dulce está determinado por los factores genéticos y condiciones ambientales (Jugenheimer, 1987). Pero debido al periodo durante el cual los granos de maíz dulce permanecen dulces es muy corto porque los azúcares se convierten rápidamente en almidón en temperatura elevada, el consumo se realiza en fresco.

### **2.3.2 Raíz del maíz**

La raíz del maíz dulce posee un sistema de raíces fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias. (Jugenheimer, 1987)

Cuando la planta alcanza la altura de 0.50 m, las raíces se han extendido y han penetrado hasta unos 0.40 m de profundidad (Jugenheimer, 1987) Las raíces del maíz dulce se destruyen con el trasplante, razón por la cual en la actualidad se recurre al uso de piloncitos evitando el estrés ocasionado a la planta, en la siembra tradicional. Además con el uso de piloncitos se obtienen uniformidad en el crecimiento y uniformidad en la cosecha.

### **2.3.3 Tallo del maíz**

La altura del tallo de la planta puede variar de entre 1.50 a 3.00 metros dependiendo del híbrido, condiciones agro-ecológicas y manejo del cultivo. El tallo se compone de una vaina cilíndrica que rodea al mismo y una prolongación plana más o menos acanalada de 4 a 7 centímetros de grosor, el tamaño del tallo depende del número y distancia de entrenudos, en cada nudo se forma una hoja, en el último se forma la panoja que da lugar a la flor masculina (Jugenheimer, 1987).

### **2.3.4 Hojas del maíz**

Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes. Tiene un promedio de 10 hojas, con una longitud entre 30 y 70 cm y su anchura puede variar entre 8 a 15 cm (Solomon, et al., 1996).

### **2.3.5 Inflorescencia del maíz**

El maíz es una especie monoica, es decir que en la misma planta hay flores pistiladas (femenina) y estaminadas (masculina) en inflorescencias separadas. La posición de las inflorescencias ha facilitado los trabajos de mejoramiento por hibridación, pues es muy fácil remover las inflorescencias y cubrir o eliminar las panojas (Cardona, 1999).

#### **Inflorescencia masculina (panoja)**

La inflorescencia estaminada (masculina) ocupa el ápice de la planta, su eje central es la continuación del tallo y se ramifica en varias ramas laterales (espigas). La espiga central es más gruesa pues lleva más de dos pares de espiguillas, mientras que las laterales únicamente llevan dos pares. En cada par de espiguillas hay una pedicelada que ocupa una posición más alta y otra sésil o inferior. (Stanley y Steyermarck, 1977).

Teóricamente solo debe existir un par de espiguillas en cada nudo de las ramas o espigas. La función de la panoja consiste en producir grandes cantidades de polen para fecundar las estructuras femeninas. La inflorescencia masculina se forma al final del tallo, es de 0.20 m a 0.40 m de alto, posee varias espigas aproximadamente de 0.10 a 0.20 m contiene el polen que por acción de la naturaleza cae sobre la flor femenina dando lugar a la fecundación (Stanley y Steyermarck, 1977).

#### **Inflorescencia femenina (espiga)**

La inflorescencia femenina se encuentra entre 8 y 13 brácteas largas, duras y finamente pubescentes (peludas), las cuales durante la antesis llegan a

medir hasta 13 centímetros de largo. La espiguilla pistilada está constituida por un par de glumas externas, 2 lemas y 2 paleas pero están tan unidas que aparecen en la mazorca madura como dos hojuelas muy delgadas. El eje de la espiga femenina es carnoso (olote) y puede medir de 8 hasta 30 centímetros de largo y de 2 a 7 centímetros de diámetro. En una espiga bien formada hay entre 750 a 1000 granos potenciales (óvulos), dispuestos alrededor de la mazorca en un número uniforme de hileras. (Stanley y Steyermarck, 1977).

### **2.3.6 Fruto del maíz**

En la mazorca están los granos dispuestos en filas longitudinales, sostenidas por un eje esponjoso que es el olote, surco, coronta o carozo. (Solomon et al., 1996). Bajo buenas condiciones (control de plagas y enfermedades, adecuada humedad y fertilización), algunas variedades producen una segunda mazorca. Esta segunda mazorca es usualmente pequeña y desarrolla más tarde que la primera.

### **2.4 Maíz Híbrido H-733.**

La problemática del cultivo, es diversa; ya que se tienen problemas bióticos (plagas y enfermedades), y abióticos (sequía, reacción del suelo, etc.), de manejo agronómico del cultivo. Asimismo, los industriales de la harina, masa y tortilla demandan variedades de maíz que se ajusten mejor a su proceso industrial para reducir costos. Aunado a lo anterior, el problema más importante que enfrenta el productor es la rentabilidad, debido a que la crisis económica nacional y mundial ha ocasionado un alza indiscriminada en el costo de los insumos, especialmente en los agroquímicos: fertilizantes y semilla. En el caso de semilla, México demanda anualmente 54 mil toneladas; de las cuales, en el 2008, importó, de EE. UU, Argentina, Brasil y Guatemala, 10 mil toneladas, debido a que la semilla en México es hasta 44% más cara que EE. UU (ANPROS, 2009). En Jalisco, para el ciclo agrícola 2009 el precio de la semilla de la empresa multinacional con mayores ventas en el mercado se incrementó en 37.5 % con respecto a 2008. Con base en esta problemática, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

(INIFAP), a través de su Programa Nacional de Mejoramiento 6 H-377. Híbrido de maíz de grano blanco para riego y buen temporal... Genético de Maíz, ofrece semilla mejorada de maíz competitiva y con alto rendimiento; la cual puede ser reproducida por empresas semilleras nacionales o grupos de productores de maíz, constituyéndose una opción de semilla barata al productor hasta en un 50%, debido a que se subsidia el costo de la investigación efectuado durante la formación de la variedad; de esta forma se contribuye al abasto y la competencia en el precio de la semilla de maíz (Ramírez et al., 2005).

#### **2.4.1 Descripción del maíz Híbrido H-733**

El híbrido trilineal H-377 se formó con la cruce simple B-49 x B-41 y la línea B-50 como progenitores hembra y macho, respectivamente; es de ciclo intermedio tardío, de grano blanco-cremoso, se adapta a las regiones tropicales y subtropicales en un gradiente de altitud que va de los 900 a los 1850 m. Se sugiere para los sistemas agrícolas de riego, punta de riego y buen temporal, con precipitación pluvial superior a los 750 mm (Ramírez et al., 2005).

##### **Hembra de la hembra (B-49)**

Este progenitor, tiene cuatro autofecundaciones (S4) y se derivó del Sintético Tardío (ST), formado por la recombinación genética de seis líneas élite (cuatro tropicales y dos subtropicales), del Programa de Mejoramiento Genético de Maíz de la Región Pacífico Centro. Durante el proceso de formación, B-49 se seleccionó por su buena aptitud combinatoria general y específica, tolerancia al acame de raíz y tallo y sanidad de planta y mazorca. La línea B-49 tiene porte bajo de planta y mazorca, es de ciclo tardío, con estigmas sin antocianina, grano semidentado blanco-cremoso y de corona hendida. Asimismo se caracteriza, por tener abundantes raíces adventicias (Ramírez et al., 2005).

##### **Macho de la hembra (B-41)**

La línea B-41 tiene cuatro autofecundaciones (S4) y se obtuvo también de la población ST (Sintético Tardío), se caracteriza por su excelente

capacidad de combinación, es de ciclo tardío, porte bajo de planta y mazorca, H-377. Híbrido de maíz de grano blanco para riego y buen temporal... 7 estigmas sin antocianina y grano semicristalino blanco-cremoso, B-41 fue descrita por Gómez et al., (2001) y Ramírez et al., (2005).

### **Hembra del híbrido H-377**

Se formó por el cruzamiento de las líneas B-49 x B-41 antes descritas. Se caracteriza por tener buena tolerancia al acame de raíz y tallo, excelente sanidad de planta y mazorca; tiene porte alto de planta, mazorca media, ciclo tardío, estigmas sin antocianina, grano semidentado blanco-cremoso y corona hendida.

### **Macho del híbrido H-377**

La línea macho del híbrido H-377 corresponde a la línea CML-331 formada por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 2009); la cual se adquirió en el 2002 a través del Dr. Alejandro Ortega Corona, Coordinador del Programa de Mejoramiento Genético de Maíz del Noroeste en el Campo Experimental Valle del Yaqui. La línea CML-331 se derivó de la población Swan, es de origen subtropical con tolerancia a barrenador del tallo, *Diatrea grandiosella* y gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (CIMMYT, 2009). Además se caracteriza por tener altura de planta intermedia, mazorca baja, estigmas con antocianinas presentes, pero en muy baja intensidad, ciclo tardío, longitud de la espiga muy larga, especialmente la central, grano blanco-cremoso, semidentado y corona hendida. Es importante señalar, que en ocasiones, algunos granos llegan a presentar color salmón muy tenue. A partir de 2006, la línea CML-331, se seleccionó, durante cuatro ciclos para sanidad de mazorca usando el método masivo, que consiste en autofecundar, seleccionar mazorcas completamente sanas y formar un compuesto no balanceado, sin recombinación, para iniciar el siguiente ciclo de selección (Ramírez et al., 2005).

### 2.4.2 Características del híbrido H-377

El híbrido H-377 es de porte alto y altura de mazorca intermedia, es de ciclo intermedio tardío, estigmas con antocianina ausente, espiga muy grande, mazorca sana con cobertura de regular a buena, grano blanco-cremoso, semidentado y corona hendida, en el cuadro 1 se muestran las características del híbrido H-377 (Ramírez et al., 2005).

**Cuadro 1.** Características morfológicas del híbrido H-377 y de sus progenitores. Tlajomulco, Jal. Promedio de dos años 2007 y 2008. INIFAP.

Característica	B-49	B-41'	B-49 x B-41	B-50	H-377
Altura de planta (cm)	161-190	161-190	251-300	191-200	251-300
Altura de mazorca (cm)	61-80	81-100	121-140	81-100	101-120
Coloración de antocianinas en los estigmas	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente
Intensidad de coloración de antocianinas en los estigmas	Ausente	Ausente	Ausente	Tenue	Ausente
Longitud de la espiga (cm)	28-31	27-31	36-39	> 40	> 40
No. Mazorcas/planta	1.3	1.1	1.2	0.81-1.0	1.2-1.4
Tipo de grano	Semidentado	Semicristalino	Semidentado	Semidentado	Semidentado
Forma de la corona	Hendida	Convexa	Hendida	Hendida	Hendida
No. hileras/mazorca	12-14	14-18	12-14	12-14	16-18
Floración masculina (días)	74	76	73	78	71
Floración femenina (días)	75	75	74	79	72

El híbrido H-377 se evaluó en los ciclos agrícolas de otoño-invierno (OI) y primavera verano (PV) en los sistemas de riego, punta de riego y temporal, en localidades que oscilaron de 14 a 1941 m de altitud y precipitación pluvial de 478 a 1350 mm; sin embargo, en algunas de las localidades con menor precipitación fueron auxiliadas con riego como fue el caso de Celaya Guanajuato, Río Bravo Tamaulipas y Culiacán Sinaloa (Ramírez et al., 2005).

### 2.4.3 Densidad y método de siembra del híbrido H-377

La formación y evaluación del híbrido H-377 se hizo a una densidad de población promedio de 62,500 plantas/ha. Por lo que, se sugiere usar para la producción de grano, las densidades de siembra siguientes: en temporal sembrar de 70 a 75 mil semillas/ha y en riego y punta de riego o para ensilar de 75 a 80 mil semillas/ha. El uso de densidad de población más alta que la indicada puede inducir el acamado de las plantas. En cualquier método de

siembra, el híbrido H-377 sólo se ha evaluado en hilera sencilla y aún no se tiene información en los arreglos topológicos de doble hilera y de surcos angostos, respectivamente (Ramírez et al., 2005).

#### **2.4.4 Calidad nixtamalera-tortillera del híbrido H-377**

La industria de la masa y tortilla, así como de la harina nixtamalizada son cada día más exigentes en la demanda de materia prima con calidad diferenciada, acorde a sus procesos de industrialización; por lo que, antes de liberar un híbrido de maíz, es importante dar a conocer la calidad de grano con el objeto de orientar y facilitar al productor de semilla y grano la comercialización de la semilla mejorada y del grano, respectivamente. Con base en cinco muestras del híbrido H-377, obtenidas en Tlajomulco, Jal., en el ciclo PV 2008 en temporal, se hizo la caracterización nixtamalera-tortillera en el Laboratorio de Calidad del INIFAP ubicado en Chapingo, Edo. de México. La evaluación incluyó los parámetros declarados en la norma NMX-034 (2002) para maíz blanco destinado al proceso de nixtamalización, los requeridos por la industria de harina nixtamalizada (MASECA) y los desarrollados en el Laboratorio de Calidad del INIFAP (Salinas y Vázquez, 2006). Las evaluaciones físicas en grano fueron: tamaño de grano (TG), peso de cien granos (PCG); índice de flotación (IF), que es una medida indirecta de la dureza del grano (Salinas y Vázquez, 2006), y peso hectolítrico (PH) por el método 84-10 de la Asociación Americana de Químicos de Cereales (AACC, 1972); los valores de estas variables se forman al 13 % de humedad. El color se evaluó en grano entero, en harina de grano nativo y en tortilla. La evaluación se realizó utilizando el equipo Agtron (usado por 22 H-377. Híbrido de maíz de grano blanco para riego y buen temporal... la industria de harina nixtamalizada). Los porcentajes de pedicelo, pericarpio, germen, endospermo harinoso y córneo se determinaron según Salinas y Vázquez (2006).

La calidad nixtamalera-tortillera incluyó: humedad del nixtamal, masa y tortilla, pérdida de sólidos, pericarpio retenido en nixtamal, rendimiento de tortilla y la textura, expresada como fuerza de compresión requerida para que se rompa la tortilla dos horas después de elaborada y 24 horas después de empacadas en bolsas de polietileno a 4° C.

Con base en los resultados de laboratorio se concluyó que el híbrido de maíz H-377 puede orientarse hacia la producción de harina nixtamalizada, puesto que cumple con las especificaciones requeridas por la industria como: tamaño, color en grano, harina nativa, dureza y porcentaje de endospermo vítreo. De igual manera, empleando el método tradicional de masa-tortilla y aplicando 45 min de nixtamalización, se produjo tortilla de excelente calidad; ya que se obtuvieron porcentajes altos de humedad en nixtamal (49 %), masa (58 %) y tortilla (41 %); así como excelentes rendimientos de masa y tortilla, 2.0 y 1.5 kg/kg de maíz, respectivamente; las cuales fueron de textura suave (223 gf) y color blanco-crema (81%); veinticuatro horas después de elaboradas las tortillas, éstas seguían blancas y flexibles, requiriendo 302 gf para romperse (Ramírez et al., 2005).

#### **2.4.5 Producción de Hojas (“Totomoxtle”) del híbrido H-377**

El híbrido H-377 tiene cobertura de regular a buena y las hojas de la mazorca son grandes; por lo que habría posibilidades de que pudiera usarse como “hojero”. Con base en una muestra de 100 mazorcas obtenida en Tlajomulco, Jal., en el ciclo PV 2008, el híbrido H-377 tuvo, en promedio, 10.8 hojas; de las cuales 4.5 fueron grandes y 6.2 chicas. Sin embargo, se requieren estudios en diferentes localidades y densidad de población para obtener el máximo de hojas de buena calidad (Ramírez et al., 2005).

#### **2.4.5 Producción de semilla del híbrido H-377**

En la producción de semilla del híbrido H-377, la hembra (B-49 x B-41) se produce sembrando ambos progenitores, B-49 (hembra de la hembra) y B-41 (macho de la hembra), en forma simultánea; y la producción de semilla certificada del híbrido [(B-49 x B-41) x B-50] se produce sembrando el macho (B-50) “a tiempo” y la hembra más cuatro o cinco días; se sugiere utilizar una proporción de cuatro surcos hembra por dos de macho (4:2). Asimismo, es importante señalar, que el crecimiento inicial del progenitor macho (B-50) es lento, por lo que deberá dársele muy buena atención los primeros 40 días de su desarrollo; posteriormente tiene un crecimiento normal hasta alcanzar una

altura promedio de 2.0 m. El híbrido H-377 se ha producido, en el ciclo de OI, en forma semicomercial, en el Sitio Experimental Costa de Jalisco ubicado en el Municipio de La Huerta, Jal., siguiendo las especificaciones arriba indicadas y con rendimiento promedio de la hembra de 5.2 t/ha. La producción de semilla del híbrido H-377 puede certificarse, debido a que el híbrido H-377 se registró en el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) con el número 2417-MAZ-1211-190410/C (Ramírez et al., 2005).

## **2.5 La siembra del Cultivo del maíz.**

### **2.5.1 Elección del lugar de siembra**

En las producciones de primera de ser posible, se debe de optar por suelos livianos, franco arenosos, lo que ayuda acortar el ciclo de producción (Rogers Seeds, 1996). Los suelos más pesados suelen proveer alto rendimiento, plantas vigorosas y ciclos levemente largos. Siguiendo con las recomendaciones, el suelo que no ha sido cultivado, con alto nivel de materia orgánica, un pH de 6.5 a 7.5 y preparado con anticipación, es el más adecuado para obtener alto rendimiento y calidad.

### **2.5.2 Preparación del terreno**

La preparación del terreno es el paso previo a la siembra, entre más trabajado este el terreno, mayor será el desarrollo del cultivo, pues tendrá mayor aireación, facilita el desarrollo de raíz y evita problemas de hongos al evitar encharcamiento, dentro de las labores de presiembra se tienen las siguientes (clases de maquinaria agrícola) (Rogers Seeds, 1996):

- Paso de arado de discos
- Paso de rastra
- El surcado

### **2.5.3 La siembra**

El maíz dulce en general, no debe ser sembrado a temperatura de suelo inferior a los 10°C (Rogers Seeds, 1996), al hacerlo se pone en riesgo el estado final de las plantas, ya que cuando más frío está el suelo, mayor es la pérdida de semilla por podredumbre, daño de insectos o germinación fallida. La profundidad debe de ser regulada en función de la textura del suelo, pero no deben superarse los 4 cm.

Los mismos autores señalan que en este cultivo se puede realizar siembra a doble hilera incrementando la cantidad de plantas por hectárea, siendo recomendable tener riego (mejor sí es por goteo) y acolchado (es un recubrimiento de un nailon de color negro o gris plomo, en el surco para evitar maleza). Para poder alcanzar la densidad mencionada se requiere entre 16 y 18 lb/Ha de semilla. Es recomendable la utilización de pilones y evitar sembrar directamente en el campo; ya que el pilón es más fácil utilizarlo y genera mayor germinación (Sandoval, 2004).

### **2.6 Densidad de siembra del Cultivo del maíz.**

La eficiencia de los cultivos en transformar la energía solar en energía química está en función de diversos factores entre los cuales la distancia de siembra, poblaciones de plantas y genotipos son de fundamental importancia. Para lograr alto rendimiento en algunas hortalizas, la intercepción de luz por el cultivo debe ser la máxima posible durante la fase de cuaje y llenado del fruto por lo que se requiere que el follaje cubra completamente el espacio entre las hileras (Cardona, 1999).

En general, en densidades de siembra, en un año cuando la precipitación estuvo por debajo de la normal no se encontró diferencia en rendimiento de repollo sembrado a 25, 30, 35 y 40 cm (Deras, 2014). El rendimiento tendió a aumentar levemente a medida que se reducía la distancia entre hileras en otro año donde la precipitación estuvo alrededor de la normal, por el contrario, cuando la precipitación estuvo por encima de la normal, la

lechuga sembrada a 25 cm superó en 17% el rendimiento de aquella sembrada a 30 cm. Además del alto potencial de rendimiento que ofrecen los sistemas de siembra de alta densidad existen ventajas adicionales como una mayor altura de inserción para los primeros frutos, lo que resulta en un incremento en la eficiencia de la cosecha mecánica y alta uniformidad en la distribución de las plantas en el campo y alta eficiencia en el control de maleza al cubrirse más rápidamente el espacio entre hileras (Cruz, 2013)

Los híbridos mejorados, cultivados en alta densidad de plantas, con mayores niveles de fertilidad y con riego han tenido rendimiento más alto. En trabajos realizados en Estados Unidos la densidad de siembra va en rangos de 8,100 a 86,000 plantas por hectárea (Jugenheimer, 1987).

### **2.6.1 Densidad y su relación con el rendimiento**

La respuesta de rendimiento en grano por unidad de área al incremento en la densidad de plantas de maíz, es positivo. Mientras que el rendimiento por planta disminuye con el incremento en densidad, el rendimiento del cultivo se incrementa hasta un máximo a partir del cual los aumentos posteriores en el número de individuos lo reducen marcadamente. La densidad óptima es aquella que permite al cultivo alcanzar el máximo rendimiento en grano (Gómez et al., 2001).

El componente del rendimiento más afectado por la densidad es el número de granos que alcanzan la madurez. El mismo se asocia con la capacidad de crecimiento de la planta durante la floración, cuando se determina la disponibilidad de asimilados para los granos en formación. A medida que el crecimiento por planta disminuye por incremento en la densidad, la caída en el número de granos fijados en la planta se hace más abrupta. Ello responde al relegamiento en la asignación de asimilados dentro de la planta que sufre la espiga, debido a mecanismos de dominancia apical. Este comportamiento conduce a que se alcance un umbral de crecimiento mínimo por planta, por debajo del cual el incremento en la densidad determinan su esterilidad (Gómez et al., 2001).

### **2.6.2 Relación de la densidad con la disponibilidad hídrica y nutricional**

En el maíz, la disponibilidad de recursos (principalmente agua y nitrógeno) modifica marcadamente la respuesta a densidad de plantas. En ambientes de buena disponibilidad de agua y nutrientes, los mayores rendimientos se obtienen con densidades elevadas. En cambio, en condiciones de baja disponibilidad de recursos, la densidad de plantas óptima es sensiblemente menor (CIMMYT, 2004).

Cuando los recursos ambientales se tornan limitantes, la tasa de crecimiento por planta alrededor de la floración disminuye a valores en los cuales la respuesta del número de granos fijados por planta a dicha tasa de crecimiento, es muy alta. Esta situación puede ser prevenida por la disminución de la densidad, con lo que se reduce la competencia entre individuos y aumenta, por lo tanto, la tasa de crecimiento por planta (CIMMYT, 2004).

En consecuencia, la densidad óptima de plantas para lograr un máximo rendimiento en grano, está directamente asociada con la disponibilidad de recursos (CIMMYT, 2004).

### **2.6.3 Relación de la densidad con la fecha de siembra**

Cuando se retrasa la fecha de siembra de maíz, el periodo crítico del cultivo para la determinación de rendimiento (floración) se desplaza hacia momentos de menor radiación, respecto de siembra más temprana y, en consecuencia, el potencial de crecimiento de las plantas disminuyen (CIMMYT, 2004). La siembra tardía está, entonces, generalmente asociada con una menor tolerancia a alta densidad.

Consecuentemente, la densidad óptima para rendimiento en grano disminuye a medida que se retrasa la siembra del cultivo de maíz en ambientes templados, a diferencia de lo esperado para otros cultivos (Sandoval, 2004).

Aumento significativo en rendimiento de maíz cuando aumenta la densidad de siembra de 60.000 a 90.000 pl/ha en siembra temprana, mientras que en siembra tardía los resultados fueron inversos. En ambos casos, las diferencias

entre los incrementos fueron más marcadas en Balcarce que en Pergamino (Sandoval, 2004).

#### **2.6.4 Factores que definen el rendimiento**

El rendimiento potencial del cultivo de maíz es primero determinado por factores que, cuando el resto es suministrado a un nivel óptimo, definen el potencial de productividad del cultivo (Factores que definen el crecimiento, FDC). Estos son factores que, a priori, no se pueden controlar y están definidos por la latitud, altitud, estación del año y ciclo del cultivo. Uno solo puede adaptarse a ellos, como por ejemplo, por medio de la fecha de siembra o elección de genotipos cuyo ciclo se adapte mejor (Sandoval, 2004).

Los factores que limitan el crecimiento (FLC) comprenden aquellos recursos que en caso de suministro deficiente van a limitar la producción: agua y nutrientes. Son más manejables que los FDC a través de prácticas que incrementan el rendimiento (MIR), como riego y fertilización. Cuánto más eficiente sea el uso de los FLC, más se va a acercar el rendimiento alcanzable al potencial (Uribelarrea, 2009).

Por último, también existen factores que reducen el crecimiento (FRC) y estos, son aquellos factores que disminuyen o impiden el crecimiento y la productividad. La mayoría son malezas, plagas, enfermedades, y contaminantes (Uribelarrea, 2009).

A través de prácticas que protegen el rendimiento (MPR), como el uso de herbicidas, fungicidas e insecticidas, los agricultores pueden elevar la producción, incrementando el nivel real de rendimiento (Uribelarrea, 2009).

#### **2.7 La acidez del suelo.**

América Latina tiene una diversidad de suelo producto de la variedad de materiales parentales y condiciones ambientales sobre los cuales estos se desarrollaron. Una vasta área está cubierta por suelo tropical típico, sin

embargo existe también suelo más joven dominado por arcillas tipo 2:1 y suelo volcánico derivado de cenizas y otros materiales volcánicos. Los suelos tropicales viejos (oxisoles y Ultisoles) son naturalmente ácidos y los suelos derivados de otros materiales parentales pueden volverse ácidos después de periodos largos de uso intenso (Espinoza y Molina, 1999).

En la mayoría de los casos, los suelos tienen una tendencia natural a volverse ácidos a través del tiempo. Una variedad de factores, tanto naturales como los relacionados con el manejo del suelo, contribuyen a la acidificación.

Las causas naturales incluyen el material parental o roca que da origen al suelo de la región, vegetación natural, cantidad e intensidad de lluvia, inundaciones, profundidad del suelo, erosión natural, etc (Espinoza y Molina, 1999).

Los factores que afectan la acidez del suelo debido al mal manejo agronómico del cultivo incluyen; la fertilización nitrogenada (amoniaca), método de labranza, erosión por mal manejo del agua, topografía y acumulación de materia orgánica en descomposición (Espinoza y Molina, 1999).

Para evitar que el exceso de ácidos en un suelo afecte el rendimiento del cultivo se debe de dar un manejo adecuado de fertilización, sobre todo para las zonas tropicales, como en el caso de la región en donde se realizará el trabajo (Espinoza y Molina, 1999).

## **2.8 El encalado.**

La agricultura de hoy debe ser una agricultura sostenida. La creación y la manutención de la productividad del suelo a largo plazo es lo que hace a la agricultura moderna sostenida. Los beneficios de un suelo de alta productividad incluyen: la protección ambiental, el uso eficiente de los insumos y una mayor utilidad. En aquellos suelos en donde la acidez limita el rendimiento del cultivo,

la aplicación de cal agrícola es la mejor práctica de manejo, MPM o BMP por sus siglas en inglés (Espinoza y Molina, 1999).

El uso apropiado de la cal agrícola protege el ambiente, incrementa la eficiencia de los nutrientes y de los fertilizantes, mejora la efectividad de algunos herbicidas y aumenta las utilidades del cultivo (Espinoza y Molina, 1999).

### **2.8.1 Beneficios del encalado**

El uso apropiado de la cal agrícola es uno de los factores más importantes en la producción exitosa de cultivos. El exceso de acidez es uno de los principales obstáculos para la obtención de alto rendimiento y productividad de los suelos a largo plazo. Los beneficios de un programa confiable de encalado son los siguientes (Espinoza y Molina, 1999):

- La cal agrícola mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.
- La cal agrícola mejora la fijación simbiótica del Nitrógeno (N) en las leguminosas.
- La cal agrícola influye en la disponibilidad de nutrientes para la planta.
- La cal agrícola reduce la toxicidad de algunos elementos minerales.
- La cal agrícola mejora la efectividad de ciertos herbicidas.
- La cal agrícola aporta Calcio (Ca), Magnesio (Mg), y otros nutrientes minerales.

### **2.8.2 Época y aplicación del encalado**

Para que la cal sea efectiva es necesario mezclar completamente el material en los primeros 15-20 centímetros de suelo, utilizando el arado, rastra u otro implemento. De esta forma se logra mezclar el material con la capa del

suelo donde se concentran las raíces activas de la mayoría de los cultivos (Espinoza y Molina, 1999).

Las reacciones de neutralización de la cal ocurren en presencia de agua, por lo que se debe aplicar en un suelo húmedo. En condiciones apropiadas, las reacciones ocurren relativamente rápido. Por esta razón, la época más apropiada para aplicar la cal es un poco antes o al inicio de lluvias. Una vez aplicada, se debe esperar un tiempo (1-2 meses) para que reaccione antes de añadir el fertilizante (Espinoza y Molina, 1999).

## **2.9 El riego.**

La humedad del suelo es fundamental para asegurar una rápida germinación y emergencia. Al contar con riego es posible pre irrigar, o regar inmediatamente luego de la siembra. Otro momento crítico en cuanto a la necesidad de agua, es la fase de la floración, cuando la planta tiene entre 40 y 60 cm de altura. Por último, la fase de la barba o de fecundación, es la que define la calidad de granado. Una baja humedad relativa y déficit de riego en este periodo disminuye la viabilidad del polen y periodo de receptividad de los estigmas. (Rogers Seeds, 1996).

### **2.9.1 Sistemas de Riego**

#### **Sistema de Riego de Gravedad**

Son los sistemas de riego que utilizan la fuerza de gravedad para su manejo u operación, normalmente se conoce como riego rodado y son los sistemas más utilizados por los agricultores en zonas rurales ya que no son costosos de aplicar. Este sistema es recomendado cuando existe mucha disponibilidad de agua, aunque se necesitara de terrenos relativamente planos y con pendiente a favor.

Dentro de los sistemas de riego por gravedad tenemos a los siguientes:

- Sistema de Riego de Gravedad por Surcos o Bordos
- Sistema de Riego de Gravedad por Tubería Multicompuertas
- Sistema de Riego de Gravedad por Melgas
- Sistema de Riego de Gravedad por Cazuelas (utilizado en frutales)

En la región (San Juan Lagunas) el sistema más utilizado es el Sistema de Riego de Gravedad por Surcos o Bordos, por la facilidad con la que se elabora y se maneja.

### **Sistemas de Riego Presurizados**

Son los sistemas de riego que como su nombre lo indica utilizan presión para su operación, estos sistemas requieren normalmente de un equipo de bombeo por lo que su operación es relativamente costosa, aunque en condiciones donde no existe mucha disponibilidad de agua se compensa su costo, además de que distribuyen más uniformemente el agua y se controlan las láminas de riego aplicadas al cultivo.

Dentro de los sistemas de riego a presión tenemos a los siguientes:

- Sistemas de Riego Presurizados por Aspersión
- Sistemas de Riego Presurizados por Micro aspersión.
- Sistemas de Riego Presurizados por Goteo.
- Sistemas de Riego Presurizados por Cintilla.

Se dieron ejemplos de los sistemas de riego presurizados, algunos jóvenes que han salidos fuera del municipio o el estado identificaron algunos.

## **2.10 Fertilización.**

La cantidad y calidad de la producción final, depende directamente del estado en que llegan las plantas al momento de la floración. Una planta pequeña dará espigas pequeñas. La falta de agua en el momento de la fecundación provoca mazorcas con mala formación de granos. Por ello, debe considerarse al maíz dulce como un cultivo intensivo, con requerimientos de riego y fertilización precisos en cuanto a cantidad y oportunidad. (Villagrán, 2001 citado por Erales 2003).

Una planeación básica de la fertilización sería incorporar antes o durante la siembra entre 40 y 50 kg de fósforo. El mayor consumo de este nutriente se produce en los primeros 60 días posteriores a siembra. Una adición de 30 kg de potasio apunta a cubrir los requerimientos y son absorbidos en un 15% en el primer mes, y un 80% en el segundo (Durán, 1981)

El nitrógeno es el nutriente clave para el maíz dulce, ya que es el que a menudo se encuentra en deficiencia. Un aporte de entre 100 y 150 kg de nitrógeno será absorbido por la planta en un 10-15% en los primeros treinta días. En el segundo mes de cultivo se da la mayor exigencia de este elemento (Durán, 1981)

### **2.10.1 Fertilización Nitrogenada**

El maíz requiere alrededor de 20 a 25 kg/ha de nitrógeno (N) por cada tonelada de grano producida. Por ello, para producir por ejemplo 10 t/ha de grano, el cultivo debería disponer de alrededor de 200 a 250 kg de N/ha absorbidos por el cultivo. Esta cantidad sería la demanda de nitrógeno para este nivel de rendimiento. La oferta del lote (nitrógeno en el suelo + N del fertilizante) debería satisfacer esa necesidad para mantener el sistema en equilibrio nutricional. Esta aproximación es lo que se conoce como criterio o modelo de balance. Sin embargo, la diferencia entre las cantidades de N en el suelo y las absorbidas por el cultivo son determinadas por las llamadas eficiencias de absorción, que varían según se considere al N presente en el suelo a la siembra, al N mineralizado durante el cultivo y al N aportado como

fertilizantes. Diferentes ensayos realizados en la Región indican que para maximizar el rendimiento del cultivo, la oferta del suelo debería ser del orden de los 140 a 150 kg/ha. Sin embargo, estos rangos de nitrógeno presentan variación regional, definida por el potencial de rendimiento. Asimismo, en sistemas más intensivos, bajo riego y mayor desarrollo tecnológico los rendimientos potenciales serían mayores, y por ello la oferta de nitrógeno para cubrir la demanda del cultivo sería superior, llegando hasta 200 a 250 kg/ha. Esta llamada oferta en realidad es el nitrógeno asimilable (nitratos más amonio) medido por análisis de suelo presente al momento de la siembra más el nitrógeno ofrecido de los fertilizantes, pero no considera al N que se mineraliza durante el ciclo del cultivo. Este dato es muy difícil de evaluar ya que depende de las condiciones climáticas y de suelo, que a través de la variación de humedad y temperatura modifican la velocidad de nitrificación. En general para hacer los balances se trabaja sobre valores promedios ya se asigna una eficiencia igual a uno, es decir los nitratos que se producen son absorbidos inmediatamente sin pérdidas. Para tener una idea de ese potencial de mineralizar N, se evalúa la concentración de nitratos de la capa superficial hasta los 20 a 30 cm de espesor al momento que el cultivo está en el estadio de 4 a 6 hojas. Este valor se correlaciona con la estimación de potencial de nitrificación, ya que los presentes a la siembra habrán sido o bien absorbidos o bien lavados fuera del alcance de las raíces. Por otra parte ese valor tendrá relación directa con la temperatura y humedad que reguló el crecimiento del maíz hasta el estadio de 4 a 6 hojas. En varias regiones maiceras, se ha establecido que un valor de alrededor de 18 a 20 ppm de N de nitratos ( $\text{N-NO}_3^-$ ) en esas condiciones es indicador de suficiencia, ofreciendo baja posibilidad de respuesta económica al agregado de N como fertilizante (Rogers, 1996).

### **2.10.2 Requerimientos de nitrógeno**

El suministro de nitrógeno que aporta el sistema suelo al cultivo se puede calcular de diferentes formas (Rogers, 1996).

1- Si el cultivo anterior fue una leguminosa, entonces debiesen encontrarse alrededor de 120 Kg /ha.

2- Si la rotación anterior ha sido incorporada al suelo, entonces debiese esperarse entre 80 - 100 Kg. N /ha.

En el cuadro 2 es posible observar la fertilización nitrogenada para distintos rendimientos de maíz, según el aporte de nitrógeno del suelo y un 40% de aprovechamiento del nitrógeno aplicado.

**Cuadro 2.** Fertilización nitrogenada para distintos rendimientos de maíz, según el aporte de nitrógeno del suelo y un 40% de aprovechamiento del nitrógeno aplicado (FAO, 2001).

Rendimiento esperado (qqm/ha)	Aporte de nitrógeno del suelo (Kg/ha)		
	60	75	100
	Fertilización nitrogenada (kg/ha)		
75	55	15	0
90	90	53	0
105	135	95	35
120	185	145	85
135	280	240	180
150	365	330	265

### 2.10.3 Fertilización Fosfatada

A diferencia de lo que ocurre con el nitrógeno, al abordar la fertilización fosfatada en maíz hay que considerar que el funcionamiento del fósforo (P) en el sistema suelo-planta es totalmente diferente al del nitrógeno. Desde el punto de vista del manejo nutricional, el principal aspecto a considerar es su baja movilidad en el suelo, lo hace principalmente por difusión, y la presencia de retención específica de los fosfatos en las arcillas, cuya magnitud depende de la cantidad y mineralogía de esta fracción. Por otro lado, el pH es un factor que impacta considerablemente la disponibilidad de fósforo. La mayor disponibilidad ocurre con pH entre 5.5 y 6.5, mientras que valores fuera de este rango se reduce significativamente su concertación en la solución del suelo (FAO, 2001).

Las consideraciones previas tienen implicación muy relevante en el manejo de la fertilización. Así, la baja movilidad del fósforo (P) permite

independizarnos del efecto del clima (lluvias) sobre la dinámica del nutriente en el suelo, siendo las pérdidas por lavado y escorrentía mínimas desde el punto de vista práctico, siempre y cuando no haya erosión hídrica. Esto determina que haya residualidad del efecto de la fertilización, es decir parte del fósforo aplicado queda disponible para próximos cultivos de la rotación (FAO, 2001).

La determinación de la dosis de fósforo aplicada dependerá principalmente del nivel de disponibilidad y secundariamente de otros factores, como potencial de rendimiento, aplicación para otros cultivos de la rotación, colocación en bandas o voleo, fitotoxicidad de la mezcla que contenga el fertilizante fosfatado, etc. En la tabla 2 se presentan dosis orientativas de P según nivel del nutriente en el suelo y nivel de producción medio (FAO, 2001).

Los umbrales de P Bray I (0-20 cm) por debajo del cual existe alta probabilidad de obtener aumentos considerables de rendimiento por fertilización están en el orden de 18 a 20 ppm. Por encima de estos niveles las probabilidades de obtener aumentos significativos de rendimiento por agregado de fósforo es baja. Este rango de suficiencia no ha sufrido grandes modificaciones desde su publicación hace más de cincuenta años y ha sido validada en numerosos ambientes incluidos las regiones maiceras del país. Sin embargo, y a pesar de su amplia difusión, no existen calibraciones de las dosis recomendadas como la presentada en cuadro 3, elaboradas más bien siguiendo un criterio de reposición (FAO, 2001).

**Cuadro 3.** Dosis de fosfatos (como pentóxido: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) recomendadas según nivel de disponibilidad de fósforo en el suelo (FAO, 0-20 cm) para dos rendimientos esperados de maíz.

Rendimiento esperado (qqm/ha)	Aporte de fósforo del suelo (Kg/ha)			
	5 o menos	05-sep	sep-13	13-20
	Fertilización fosfatada (kg/ha)			
70	71	58	49	37
100	89	76	67	56
130	107	95	86	73

*Nota: Para expresar en kg/ha de fosfato diamónico o superfosfato triple multiplicar por 2,2.*

La necesidad de disponibilidad del fósforo durante las etapas iniciales determina que el momento de aplicación de los fertilizantes fosfatados deba ser junto con la siembra, aplicándolo en bandas, y preferentemente por debajo y al costado de la línea de siembra. Ocasionalmente si no se dispone de un sembrador con trenes de fertilización separados puede colocarse el fertilizante junto con la línea de semilla; si el fertilizante no tiene una alta proporción de nitrógeno, y las dosis no son demasiado altas, no hay riesgo de pérdida de plantas por fitotoxicidad. Se estima entre 20 y 30 kg/ha de N aplicado junto con la semilla en espaciamientos de 70 cm como límite de tolerancia para evitar efectos fitotóxicos durante la implantación del cultivo (FAO, 2001).

En suelo con nivel medio a alto de fósforo disponible P normalmente puede recomendarse aplicaciones al voleo. Respecto de las fuentes fosfatadas disponibles en el mercado, puede optarse entre los superfosfatos, simple o triple y los fosfatos de amonio, mono o diamónico. Todos tienen el P soluble en agua e inmediatamente disponible, varían en el nutriente acompañante, azufre en el superfosfato simple y cantidades variable de N en los fosfatos de amonio. Su elección dependerá principalmente de la necesidad de estos nutrientes acompañantes y fundamentalmente de su disponibilidad comercial (FAO, 2001).

En los últimos años se ha difundido en el mercado de fertilizantes las mezclas físicas multinutrientes, tanto en bolsas como a granel. Todas estas mezclas poseen en su composición fertilizantes simples como los mencionados previamente y por ende, para su manejo, caben las mismas pautas efectuadas para los demás fertilizantes (FAO, 2001).

#### **2.10.4 Fertilización con Potasio**

El papel del potasio en la fertilización balanceada no puede redituarse mayores ganancias que en productos que buscan una calidad de exportación. La calidad de los vegetales y frutas de estas latitudes puede considerarse como cualquier característica inherente a ese producto con el propósito de calificarlo en base a un estándar de excelencia. Estos estándares pueden ser el

color, la forma, las dimensiones, la textura, el peso, la composición química, la vida de anaquel, etc...

Así, el efecto del potasio en los factores de calidad de las frutas y vegetales puede estar, por ejemplo, relacionado con el ahorro de agua, el mantenimiento de la turgencia y el control del potencial osmótico de las células de la planta. Este regalamiento osmótico por sí mismo, nos indica lo fundamental que es la función del potasio en las relaciones hídricas de la planta y el medio ambiente (FAO, 2001).

El papel del potasio en la fertilización balanceada se ha discutido ampliamente y se analiza frecuentemente a nivel experimental y de investigación buscando siempre los niveles nutricionales óptimos. Sin embargo, los resultados específicos de investigación, de ninguna manera implican que se puedan aplicar en todos los cultivos, aún más, no significa siquiera que sean los más apropiados para diferentes variedades o cultivares dentro de la misma especie en regiones de clima y suelo diferentes. De ahí la importancia de seguir apoyando la investigación científica, en su proceso dinámico y continuo (FAO, 2001).

En la fertilización balanceada el potasio ha sido importante en el incremento de la eficiencia del uso del nitrógeno. Se muestra como sin nitrógeno o utilizando dosis bajas de éste, el efecto de aplicaciones de potasio no se ve reflejado en el rendimiento de maíz. Sin embargo, dosis altas de nitrógeno producen mayor tonelaje de maíz cuando se utiliza potasio mostrando la interacción positiva (sinergismo) entre estos dos nutrientes (FAO, 2001).

El potasio se encuentra en tres formas en el sistema suelo: potasio soluble este se encuentra disponible para el sistema radicular del cultivo, el no disponible absorbido por las partículas del suelo o potasio de intercambio, y finalmente el potasio no intercambiable que es el que está fuertemente retenido por el suelo, luego se debe tener muy claro las condiciones que posee el suelo (alofán u otra sustancia que conforma la estructura del suelo y que intervenga en la disponibilidad de este elemento en el suelo) (FAO, 2001).

### 2.10.5 Fuentes y dosis de Fertilizantes

El aporte de nutrientes dosis de abonado y momentos de aplicación deben calcularse como un balance en el que entradas y salidas deben quedar compensadas: Las salidas son la demanda del cultivo que se obtienen multiplicando las necesidades de nutrientes (en kg/t de grano) por la producción realmente esperable (FAO, 2001).

Las dosis deben calcularse de acuerdo a cada fuente de nutrientes. Los nutrientes que son retenidos por el suelo pueden ser aportados de una sola vez en el abonado de fondo, pero esto no debe hacerse para el nitrógeno ya que es un elemento móvil. La dosis total de nitrógeno debe fraccionarse. En suelos con poca capacidad de almacenamiento de agua y nutrientes debe recurrirse a dos aplicaciones (FAO, 2001).

Es recomendable aplicar en torno a 1/3 del total de nitrógeno en fondo, junto al fósforo y potasio, y el resto en una cobertera, cuando el maíz tiene 40 cm de altura (8 hojas). Si se hacen dos aplicaciones, la segunda será con el maíz a 1 m de altura, dividiendo en dos partes el nitrógeno que se aporta en cobertera. Las dosis restantes deben servir para ajustar la dosis de nitrógeno, puesto que en ese momento se conoce mejor las expectativas de cosecha, para saber que fertilizantes aplicar en el cuadro 4 se muestra el contenido de minerales para fertilizantes comúnmente utilizados, en el cuadro 5 se muestra la cantidad necesaria de fertilizante para obtener un rendimiento deseado (FAO, 2001).

**Cuadro 4.** Fuentes de fertilizantes.

Fertilizantes	Nitrógeno	Anh. Fosfórico	Ox. de Potasio
Urea	46		
Salitre sódico	16		
Nitrato de potasio	13		44
	15		14
fosfato Diamónico	18	46	
superfosfato triple		46	
superfosfato normal		25	
cloruro de potasio			60
sulfato de potasio			50

**Cuadro 5.** Dosis de fertilizantes.

<b>Rendimiento (qqm/ha)</b>	<b>Nitrógeno (N)</b>	<b>Fosforo (P2O5)</b>	<b>Potasio (K2O)</b>
75	81	35	154
90	96	37	177
105	114	40	195
120	133	41	202
135	171	41	205
150	206	45	222

### **2.11 Control de maleza.**

La maleza se define a todas las plantas que nacen y crecen a la par de nuestro cultivo y que no sembramos, estas reducen el rendimiento y/o la calidad de la cosecha, obstaculizando la recolección de la misma. Pueden ser otros cultivos dejados de cosechas anteriores pero que en este ciclo no se hayan sembrado, por lo que se deberán destruir para evitar la propagación de plagas y enfermedades (Deras, 2014).

La interferencia de la maleza con el maíz y en general con los cultivos, es la suma de la competencia por agua, luz, nutrientes y dióxido de carbono. Esto provoca pérdida tanto en calidad como en cantidad del cultivo. Aunque en algunos casos tenemos maleza de tipo benéfica, de ahí la cuestión del cuándo permitir el desarrollo de maleza en el cultivo (Deras, 2014).

#### **2.11.1 Periodo crítico de competencia**

El periodo crítico de competencia es el momento en el ciclo de crecimiento de las plantas cultivadas cuando la maleza ocasiona el mayor daño económico, significativo e irreversible (Deras, 2014).

Normalmente el periodo crítico se da durante los primeros 30 días de vida de la planta, pudiéndose prolongar hasta los 45 dependiendo del ciclo vegetativo del cultivo.

Razones por las cuales se debe realizar un control de maleza adecuado:

- Pueden reducir el rendimiento hasta en un 75%.
- Retardan el desarrollo normal del cultivo (3 cm/día).
- Causan alelopatía (sustanciar liberadas al medio por una planta en su estado de desarrollo o de descomposición) sobre el cultivo, inhibiendo la germinación o el desarrollo del mismo.
- Son hospederos de plagas y enfermedades que atacan al cultivo del maíz.

### **2.11.2 Métodos de control**

Es económico y aconsejable a corto, mediano y largo plazo el combate oportuno de las malezas. Erradicarlas no es posible, ni debe de ser el objetivo, por los beneficios relativos que se pueden obtener, pero si es posible su control. Los métodos más comunes de control son: Preventivos, Culturales y Químicos (Deras, 2014).

#### **Preventivos**

Antes de la siembra y según el tipo de maleza, es posible inundar el campo, pasar el arado e incluso realizar la quema. Esto con el fin de eliminar la mayor cantidad de maleza para así realizar una adecuada preparación del terreno. Alternar los cultivos también puede ser un buen método de prevención (Deras, 2014).

#### **Culturales**

Los cuidados culturales son prácticas que requieren el uso de herramientas o implementos agrícolas capaces de remover la superficie del suelo con poca profundidad con el fin de destruir la maleza joven y se acelere el desarrollo de nuestro cultivo (Deras, 2014).

Como se sabe la maleza generalmente ataca en los primeros días, en el periodo crítico, por lo que las labores culturales no se realizan durante todo el ciclo del cultivo.

Objetivos de las labores culturales:

- Retener la humedad del suelo.
- Destrucción de la maleza.
- Ablandar el suelo, permitiendo el fácil crecimiento de las raíces adventicias.
- Facilitar la nutrición de las plantas.
- Facilitar la circulación de aire en el suelo.
- Promover la actividad de los microorganismos.

### **Químicos**

El uso de herbicidas es el más común en el control de maleza tanto de hoja ancha como de hoja angosta (gramíneas), estos pesticidas son de tipo selectivo y normalmente no afectan al cultivo o al menos de manera significativa. Pero es conveniente saber cuándo aplicar de un tipo de químico cuando del otro para obtener los mejores resultados y evitar que se dañe el cultivo gravemente. En la actualidad se pueden encontrar en el mercado varios compuestos químicos que son utilizados como herbicidas. En la mayoría de los casos, la maleza, gramíneas y dicotiledóneas se encuentran asociadas por lo cual se pueden emplear herbicidas en mezclas (Deras, 2014).

#### **2.12 Control de plagas.**

Desde el momento de la siembra, el maíz está expuesto a los ataques de numerosas plagas, y entre los factores principales que favorecen o dificultan la aparición de plagas y enfermedades en el cultivo están: condiciones de clima, labores preparatorias del terreno, rotación de cultivos y el control de mala hierba, entre otros (Deras, 2014).

Existe una diversidad de insectos-plagas que atacan el cultivo; así se tiene el grupo de las palomillas que, en su estado larvario, son conocidas como

gusanos cortadores, soldados, eloteros, barrenadores, etc., y son los que más daños causan; luego están los escarabajos que en general son llamados gusanos de las raíces, gusanos de alambre, gallina ciega, barrenadores del grano y gorgojos. En orden de importancia, les sigue el grupo de insectos que actúan como vectores de virus, microplasma, bacterias y hongos; que en algunas zonas del país pueden provocar la pérdida completa del cultivo (Deras, 2014).

Actualmente, existen cultivares de maíz genéticamente modificados que toleran o resisten los ataques de ciertas plagas. En nuestro país, actualmente, dichos cultivares no se están utilizando (Deras, 2014).

### **2.12.1 Manejo Integrado de Plagas (MIP)**

La estrategia del MIP se ha venido utilizando desde hace varias décadas en cultivos como el algodón en algunas regiones agrícolas de México, pero todavía no es de aceptación amplia a pesar de sus ventajas (SAGARPA F.11 MIP).

Mediante la estrategia del MIP las plagas son tratadas desde el punto de vista de sistemas ecológicos y de poblaciones de las especies. Una plaga en particular forma parte de un sistema. No vive solo y por eso es un error no tomar en cuenta lo que la rodea (SAGARPA F.11 MIP).

En los campos agrícolas existen de manera natural muchos insectos, ácaros, hongos, virus y bacterias, que son enemigos de las plagas. Por esto conviene ayudarlos a que hagan mejor su trabajo. Por lo mismo, uno de los objetivos del MIP es modificar o mejorar el ecosistema haciéndolo más favorable para que aumente la mortalidad de las plagas a causa de sus enemigos naturales y para que mejoren también las condiciones que favorecen el desarrollo y producción de las plantas cultivadas (SAGARPA F.11 MIP).

### **2.12.2 Plagas del suelo y su control**

Entre las plagas del suelo están el Gusano Alambre (*Agriotes* spp.) y la Gallina Ciega (*Phyllophaga* spp.) las cuales son las causantes de del mayor porcentaje de pérdida en el cultivo del maíz (Cruz, 2013).

#### **Gusano Alambre (*Agriotes* spp.)**

Al revisar minuciosamente el suelo, alrededor de la semilla o plántulas dañadas podría encontrar gusanos delgados, cilíndricos y segmentados que al nacer son suaves y blancos y de unos 10 milímetros de largo; cuando están completamente desarrollados miden 40 milímetros y son brillantes, lisos y duros, pero flexibles, de movimientos lentos y de color amarillo o café (Cruz, 2013).

#### **Gallina Ciega (*Oruga*) (*Phyllophaga* spp.)**

Si se escarba el suelo alrededor del sistema radicular o la raíz de la planta dañada se descubren gusanos blancos en forma de letra "C" que miden desde 2 milímetros hasta casi 3 centímetros. Al llegar a la madurez estos gusanos son gruesos y semitransparentes; tienen cabeza de color café, tres pares de patas y abdomen abultado y alargado con el extremo brillante (Cruz, 2013).

#### **Control químico de las plagas del suelo**

La planta de maíz es muy apetecida por estas plagas, si no se controlan la producción es afectada significativamente, para evitarlas se deben hacer los controles siguientes:

a. Control preventivo: Aplicación de un tratamiento a la semilla en el día de la siembra con cualquiera de los siguientes productos: FURADAN, GAUCHO 70 WS, MARSHALL TS, SEMEVIN 35SC, BARREDOR TS, FUTUR, CRUISER, BLINDAGE.

b. Control curativo: Si la infestación es muy elevada, aplicar, además del tratamiento a la semilla, un insecticida incorporado en banda como: COUNTER, THIMET, MOCAP, LORSBAN, VOLATON GRANULADO.

c. También se puede incorporar al suelo antes de la siembra insecticidas como: LORSBAN, MARSHALL, DIAZINON, FURADAN.

### **2.12.3 Plagas del follaje y su control**

Dentro de las plagas con alto impacto que atacan el follaje tenemos a el Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y la Chicharrita (*Dalbulus maidis*) y (*Cicadulina spp*) (Cruz, 2013).

#### **Gusano Cogollero. (*Spodoptera frugiperda*)**

El Gusano Cogollero es una de las plagas más comunes en los cultivos de granos. Se debe controlar cuando se observe alta población ya que podría destruir más de un 25% del follaje. La aplicación de polvos o granulado es efectiva. Algunos de los insecticidas utilizados para el control son: DECIS, RIENDA, RICORP; LARVIN, CIPERMETRINA Y VOLATON (Cruz, 2013).

#### **Chicharrita (*Dalbulus maidis*) y (*Cicadulina spp*)**

La Chicharrita es muy peligrosa en el cultivo del maíz ya que el daño lo ocasiona transmitiendo el “Virus del achaparramiento”. Se puede evitar el daño sembrando maíz fuera de las épocas en las que la población de chicharrita es alta; las épocas no recomendadas son: del 15 de julio al 7 de septiembre; del 1 de diciembre al 10 de enero; y marzo en algunas zonas (Cruz, 2013).

#### **Rotación de cultivo**

Después de dos ataques consecutivos de Chicharrita que hayan provocado daños severos al cultivo de maíz y mientras no existan híbridos o variedades totalmente resistentes al “Virus del achaparramiento”, es recomendable:

1. No sembrar maíz durante dos años en las regiones afectadas
2. Sembrar un cultivo que no sea hospedero ni susceptible al virus.

Algunos híbridos de sorgo y la soya son resistentes al “achaparramiento”; por lo tanto estos rubros, pueden reemplazar al cultivo del maíz en zonas afectadas (Cruz, 2013).

## **Barrenador de la Caña de Azúcar (*Diatrea saccharalis*)**

Los primeros indicios de este insecto son las hileras de pequeños agujeros que pueden observarse cuando las hojas se van desplegando durante la etapa del verticilio medio, algunas larvas taladran el verticilio tan profundamente que matan el punto de crecimiento y cortan las hojas centrales en la base. A la larga estas hojas se marchitan y mueren y se tornan blancas, un síntoma comúnmente conocido como muerte del cogollo. Las larvas más desarrolladas perforan el tallo, por lo general donde la hoja se une a éste, los tallos muy infestados están llenos de túneles, se rompen con facilidad y se acaman (Cruz, 2013).

### **Manejo integrado**

Control genético: El uso de variedades tolerantes es la mejor opción.

### **Control químico y monitoreo**

La coloración de las ovoposiciones es de gran importancia para elegir el momento más oportuno de aplicación. El control químico de la larva se hará cuando esté presente una coloración amarillo- anaranjado, donde se tendrá un espacio de 6 días para su control.

Algunos de los insecticidas utilizados para el control son: Decís, Rienda, Karate y Cipermetrina (Deras, 2014).

## **2.13 Control de plagas.**

Generalmente las enfermedades foliares se presentan después del período de fructificación (elote); sin embargo, cuando se presentan en periodos previos a esta fase, podrían representar una disminución en el rendimiento.

Adicionalmente, la irregularidad del establecimiento de las lluvias y consecuente retraso en la época de siembra, la introducción de cultivares y el cambio climático, han provocado que las enfermedades foliares tomen importancia económica, especialmente la conocida como mancha de asfalto (Deras, 2014).

### **Pudrición de Mazorca (*Stenocarpella sp.* y *Fusarium sp.*)**

Una de las enfermedades más frecuentes y que causa pérdida significativa en el cultivo de maíz es la conocida como pudrición de mazorca, mazorca muerta o maíz muerto. Los principales agentes causantes de esta enfermedad son los hongos *Stenocarpella sp.* y *Fusarium sp.* En regiones como el occidente del país, ha causado pérdidas en rendimiento del 40 al 60%. Actualmente no se cuenta con una alternativa única de control para esta enfermedad, pero existen prácticas culturales comprobadas que ayudan a prevenir el ataque (Cruz, 2013), tales como:

- Destruir los tallos y mazorcas infectadas por la enfermedad, quemándolas o incorporándolas al suelo.
- Proporcionar al cultivo un buen balance de nutrientes.
- Utilizar semilla de variedades con buena cobertura de mazorca.
- Mantener limpio el cultivo para reducir la humedad relativa alrededor de la planta.
- Evitar cosechas demasiado tardías.
- Practicar la dobla para lograr un rápido secamiento, evitando así que los hongos se multipliquen.
- Limpiar bien el sitio de almacenamiento, eliminando los restos de maíz picado o podrido.
- Hacer un almacenaje adecuado: Utilizando la caseta secadora de maíz para obtener un 18% de humedad para almacenar mazorca y 15% para grano.

### **Cenicilla (*Peronosclerospora sorghi*)**

Pertenece a un grupo de enfermedades de distribución mundial; es causada por el hongo *Peronosclerospora sorghi*. Además del maíz, ataca al sorgo o maicillo, zacate Jhonson y otras gramíneas. Se desarrolla en condiciones de humedad alta, temperaturas ambientales entre 12° C y 32o C. Se disemina por esporas en la semilla, rastros, viento y suelo infestado; a través de conidias de plantas infectadas y también por medio de micelio en la

semilla o en los hospederos. Esta enfermedad se ha diseminado con rapidez a casi todas las zonas maiceras del país, siendo reportada en El Paraíso, en la costa norte, en el Litoral Atlántico, Copán, Comayagua y Olancho. En severas infestaciones las pérdidas alcanzan hasta un 70 % sin embargo, éstas pueden evitarse o prevenirse (Deras, 2014).

Las plantas infectadas por esta enfermedad presentan en mayor o menor grado clorosis, enanismo, franjeado clorótico, hojas delgadas y proliferación de estructuras florales sin llegar a producir mazorcas.

Las medidas de prevención recomendadas comprenden aspectos cuarentenarios, culturales y químicos; pero lo más efectivo es el desarrollo y distribución de variedades resistentes. Químicamente se puede prevenir la enfermedad tratando la semilla antes de sembrarla, utilizando 2 gramos de Ridomil (Metalaxi) 25 WP por kilogramo (Cruz, 2013).

### **Tizón Foliar (*Helminthosporiummaydis*)**

En las hojas se observan lesiones en forma de romboide y a medida que maduran se van alargando hasta alcanzar de 2 a 3 cm. de largo; estas lesiones pueden fusionarse llegando a producir la quemadura completa de un área foliar considerable.

La enfermedad se presenta principalmente en las hojas bajas e intermedias de la planta joven, sobretodo en un ambiente cálido y muy húmedo (20 a 32° C) durante las lluvias. Se disemina a través de la semilla, por el viento, animales e implementos agrícolas, siendo desfavorable el tiempo seco y soleado entre los períodos de lluvia, no obstante, ambas especies (*H. turcicum* y *H. maydis*) se encuentran a menudo en una misma planta (Deras, 2014).

### **Manejo Integrado**

**Control genético:** El uso de variedades tolerantes es la mejor opción.

**Control cultural:** La incorporación de rastrojo en el suelo, disminuye las poblaciones del hongo ya que es un organismo frágil y no puede competir con otros. Se debe evitar las siembras continuas de maíz en el mismo lote, sino rotar el cultivo cada 1 a 2 años (Cruz, 2013).

**Control químico:** Use fungicidas preventivos como Maneb Zineb, Dithane 45 y Dacomil, cuando las condiciones son favorables para el desarrollo de la enfermedad y Ridomil cuando se ha presentado la enfermedad, sin embargo, el uso de estos agroquímicos solo se justifica para la producción de semilla o de maíz dulce (Cruz, 2013).

**Complejo Mancha de Asfalto (*Phyllachora maydis* Maublanc),  
(*Monographella maydis* Muller & Samuels) y (*Coniothirium Phyllachorae*  
Maublanc)**

Los síntomas iniciales son pequeños puntos negros ligeramente elevados, que se distribuyen por toda la lámina foliar. Es importante estar atento a la aparición de estos puntos alquitranados porque es la fase inicial de la enfermedad y la infección puede diseminarse rápidamente a las hojas superiores y a otras plantas.

Si durante la época lluviosa, en un genotipo susceptible los puntos negros se observan en las hojas cercanas a la mazorca y el grano aún no ha llenado, es necesario aplicar un fungicida sistémico.

En los primeros dos a tres días de la infección por *Phyllachoramaydis* el tejido adyacente es invadido por *Mongraphella maydis*, causando necrosis de color pajizo alrededor del punto de alquitrán, finalmente las lesiones se unen para formar grandes áreas necróticas y si el ambiente es propicio, la infección continua hacia arriba, afectando incluso las hojas más jóvenes. Las mazorcas de las plantas afectadas son muy livianas y tienen grano flojo, que no alcanzan a compactarse, muchos de los granos germinan prematuramente, mientras aún está en el olote (Cruz, 2013).

**Manejo integrado:**

**Control genético:** El uso de variedades tolerantes es la mejor opción.

**Control cultural:** Eliminación o incorporación de los residuos de cosecha en lotes donde la incidencia de la enfermedad ha sido muy alta, rotación de cultivo con especies diferentes a gramínea, no sembrar en lotes con antecedentes de prevalencia de la enfermedad y la utilización de fungicidas (Cruz, 2013).

**Control químico:** Use fungicidas preventivos como Derosal 500 (Carbendazin), Bumper 25 EC (Propiconazole) y Propilaq 25EC (Propiconazole), cuando las condiciones son favorables para el desarrollo de la enfermedad y alternar los fungicidas sistémicos con fungicida de contacto como Mancozeb y Captan para evitar resistencia del producto. (Cruz, 2013).

#### **2.14 Dobla de la Milpa.**

Generalmente el productor dobla el maíz una vez que las hojas o follaje se han tornado amarillo pálido; que es cuando ha alcanzado su madurez fisiológica. Esta práctica se realiza con el fin de secar el grano, no obstante, durante este período se presentan muchos daños en el grano, principalmente si se deja por mucho tiempo en el campo. Si se realiza esta práctica no se debe olvidar que el doblado del tallo se debe hacer por debajo de la mazorca (Cruz, 2013).

#### **2.15 Cosecha.**

Muchos productores logran obtener cultivos de maíz agronómicamente buenos, sin embargo, otros factores hacen que al final su actividad no sea rentable. Una de las causas de esas pérdidas se da cuando el productor no cosecha su maíz a tiempo, dejándolo en el campo y de esta forma la planta queda expuesta al volcamiento, al daño de roedores y pájaros; las altas precipitaciones o demasiada lluvia inducen a pudriciones de mazorca y germinación del grano. Esto trae como consecuencia pérdidas por mala calidad del maíz y a la vez un aumento en la concentración de micotoxinas (hongos), con los consecuentes daños que estas sustancias producen. El momento óptimo para la cosecha es cuando el grano ha alcanzado entre 22 y 24 % de humedad (Cruz, 2013).

## **2.16 Almacenamiento.**

Lo más importante para un buen almacenamiento es que el grano tenga una humedad adecuada, ya que sí es almacenado con mucha humedad se daña fácilmente. Tanto el grano como el aire tienen humedad, y ambas interactúan. Si el grano de maíz está muy húmedo, parte de esa humedad se encuentra a su alrededor y estimula la presencia de hongos que la afectan. Para un buen almacenamiento del grano debe lograrse un equilibrio entre: humedad de grano entre 13 y 14 %, temperatura ambiente entre 25° C y 30° C y una humedad relativa de 70 % (Cruz, 2013).

### **2.16.1 Tipos de almacenamiento**

Se han evaluado tres tipos de estructuras para almacenamiento, que manejadas con las recomendaciones pertinentes se puede mantener por mucho tiempo un grano sano y propio para consumo (Cruz, 2013).

#### **Troja tradicional con manejo mejorado**

Se deben seleccionar las mejores mazorcas; grandes, sanas y de buena calidad. Limpiar bien la troja por fuera y por dentro y sus alrededores; los residuos de la cosecha anterior hay que sacarlos y enterrarlos, para evitar que los gorgojos vuelen e infesten también el campo.

Para almacenar las mazorcas, primero se coloca sobre el piso de la troja una ligera capa del insecticida recomendado o cal apagada; luego se coloca la primera capa de mil mazorcas, después insecticida o cal y así sucesivamente hasta dejar la troja llena a la altura deseada (Cruz, 2013).

#### **Recomendaciones:**

- No mezclar cal con insecticidas.
- Aplicar insecticida líquido sobre las paredes, techos y piso de la troja.
- Aplicar insecticidas en las paredes exteriores de la troja cada tres o cuatro semanas.

- Elegir la alternativa que le resulte más económica de acuerdo a la capacidad financiera.
- No colocar las mazorcas directamente en el piso, sino sobre madera o tablas de orilla para evitar que absorban la humedad del suelo.

El producto que se recomienda es cal apagada, que hace un buen control de los insectos.

### **Troja mejorada con patas**

Es una estructura diseñada para evitar el fácil ataque de los roedores, se instala afuera, separada de la casa, elevada sobre el piso. Consta de patas, piso, paredes y techo. Las patas que sostienen la troja deben tener una altura mínima de un metro sobre el suelo con protectores anti-ratas.

Las paredes y el piso son elevados para evitar el acceso de los roedores al grano. El techo puede construirse de materiales como lámina, tejas o madera. La decisión del tipo de material y las dimensiones de la troja dependerá de las posibilidades económicas del productor y su necesidad de almacenamiento. Las recomendaciones son similares a las de la troja tradicional con manejo mejorado (Cruz, 2013).

### **Silo metálico**

Los silos metálicos son recipientes cilíndricos fabricados de lámina de zinc lisa, engrapada y soldada con estaño; tanto la parte superior como el fondo son planos. La parte superior tiene una abertura con tapadera, que sirve para llenar el silo. En los silos grandes, el tamaño de la abertura permite la entrada de una persona para la limpieza y revisión de la estructura. El componente cilíndrico tiene en su parte inferior una salida con tapadera que sirve para sacar el grano (Cruz, 2013).

El manejo del silo metálico debe hacerse de la manera siguiente:

- Limpiar el interior del silo con un trapo seco.
- Revisar bien el silo por si hay algunos agujeros, antes de efectuar el llenado.

- Reparar los daños ocasionados por el uso, como: Agujeros, rotura de soldadura, corrosión de lámina (lijar, soldar y pintar).
- Colocar el recipiente sobre una plataforma o tarima de madera plana para evitar la oxidación debido al contacto con el suelo, (Altura no menor de 30cm).
- Colocar el silo bajo techo para protegerlo de la lluvia y el sol que puede causar condensación o sudoración en el interior, el agua generada desarrolla hongos que causan daño en el grano.
- Fumigar con pastillas de Phosthoxin o Gastión a razón de una pastilla por cada 4 quintales, 2 pastillas para 8 quintales, 3 pastillas para 12 quintales, 4 pastillas para 18 quintales y 6 pastillas para 30 quintales.
- Sellar herméticamente las aberturas y mantenerlo así durante un mínimo de 10 días; se puede sellar con cinta adhesiva, cinta plástica, cinta de goma, cera, grasa y neumático.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ubicación geográfica**

El trabajo de observación se realizó en la comunidad “San Juan Lagunas” esta se encuentra en el Municipio de Putla Villa de Guerrero del Estado de Oaxaca y se localiza en las siguientes coordenadas geográficas Latitud 16.998056° N y Longitud 97.930000° O teniendo una altura de 738 m sobre el nivel del mar. La comunidad colinda al norte con la cabecera municipal Putla de Guerrero, al sur con la comunidad de la Palizada, al este con la comunidad de Malpica y al Oeste con la comunidad de Las Palmas (INEGI, 2015).

#### **3.2. Características del clima.**

CNA (2011) define al clima de la región perteneciente al municipio de Putla Villa de Guerrero como de tipo tropical con abundante humedad atmosférica. Una temperatura anual de 25°C; no existe una gran variación de temperatura con respecto a las estaciones del año, pero si se logra apreciar diferencia en cuanto al invierno y verano, en el invierno la temperatura promedio baja a los 20°C y en verano la temperatura sube a los 28°C en promedio.

#### **3.3. Características edafológicas.**

El tipo de suelo de la región son de textura arcillosa, franco, franco-arenosos y arenosos en las orillas de los ríos, lugar donde normalmente siembran los campesinos en esta comunidad, de colores que van desde el oscuro hasta el blanco (este último se encuentra en la parte sur de la comunidad), pertenecen al grupo de suelo Feozem, es un suelo no conformado apto para la agricultura de temporal pero altamente erosionable si no se le da un manejo adecuado. INEGI-CONAFOR 2014

### **3.4. Ubicación de la parcela.**

La parcela donde se realizó el trabajo se localiza en la parte noreste de la comunidad de San Juan Lagunas, en las coordenadas 17°0'30.17" N y 97°55'20.29" O a una altitud de 723 m y esta tiene una superficie aproximada de 0.25 ha. El suelo predominantemente en la parcela es franco-arenoso con buen contenido de materia orgánica.

### **3.5. Parcela de observación**

El cultivo se estableció en una parcela de aproximadamente un cuarto de hectárea. Se estableció el cultivo utilizando una técnica que permita aumentar la densidad de siembra y como resultado obtener un mayor rendimiento en la cosecha. Se realizaron las labores de presiembra, los surcos quedaron a 80 cm de separación y se sembró la semilla a 18 cm de separación entre ellas para obtener una densidad de siembra de 69,375 plantas/ha. Se utilizó semilla de Híbrido H-733.

Lo anteriormente descrito fue comparado con el sistema tradicional del agricultor. El agricultor realizó las actividades de la parcela bajo el sistema tradicional, utilizó la misma separación entre surcos y sembró 3 semillas cada 65 cm de separación.

### **3.6. Encalado**

Se realizó una aplicación de cal (cal viva) en la parcela bajo el sistema de alta densidad de siembra, esto con el fin de aumentar el pH y controlar algunas plagas en el suelo. La práctica se realizó una semana antes de la siembra. Se aplicó una dosis muy baja a razón de 400 kg/ha. La cal aplicada se incorporó al suelo con las labores de presiembra con tractor.

### 3.7. La siembra.

La siembra de la semilla se realizó el día 13 de noviembre de 2016 y fue de forma directa a 18 cm de separación entre semilla, el tipo de siembra fue manual, debido a que en la región no existe sembradora mecánica. Para realizar la siembra nos apoyaron un grupo de jóvenes de la región interesados en las técnicas de siembra de maíz que mejoren la productividad del mismo. No se aplicó riego presiembra ya que existía suficiente humedad en el suelo y además existían pequeñas precipitaciones una o dos veces por semana las cuales recargaban la humedad en el suelo.

Al momento de la siembra se aplicó fosfato Diamónico a razón de 120 kg/ha, como fertilizante inicial para el cultivo.

#### 3.7.1. Densidad de Siembra

Lo surcos se establecieron con separación de 80 cm para en ambos métodos de siembra. En el método de siembra bajo alta densidad las semillas de maíz se sembraron a 18 cm de separación entre ellas y en el método tradicional se establecieron 3 semillas cada 65 cm. En el cuadro 6 se describe la densidad de siembra utilizada en ambos métodos de siembra.

**Cuadro 6.** Densidad de siembra. San Juan Lagunas 2017.

Densidad de siembra			
Método de Siembra	Distancia/plantas (cm)	Plantas/m	Densidad
Alta Densidad	18	5.5	68,750
Tradicional	65 (3)	4.6	57,500

Se observó que la densidad de siembra bajo el método de alta densidad fue de 68,750 plantas por hectárea, mientras que la densidad de siembra bajo el método tradicional fue de 57,500 plantas por hectárea.

### **3.8. Resiembra.**

La resiembra se realizó el día 20 de noviembre de 2016. La zona donde no nacieron las plantas fue la parte baja de la parcela donde existía un exceso de humedad ocasionado por una lluvia fuerte que se presentó dos días después de la siembra, al momento de la resiembra aún se observaba mucha humedad pero se decidió resembrar ya que solo era una parte pequeña que afectaba como a 10 metros en 4 surcos.

### **3.9. Riego.**

Como esta zona es muy lluviosa, no se aplicó riego de presiembra, la humedad existente en la parcela fue suficiente para el inicio del cultivo e incluso el primer riego de auxilio se realizó casi a los dos meses después de la siembra, el día 10 de enero de 2017, esto debido a que existieron pequeñas precipitaciones que mantuvieron con suficiente humedad el suelo y además el lugar donde se ubicó la parcela es un parte baja por lo que acumulo humedad de la parte alta del terreno. Se realizó un segundo riego de auxilio a los 20 días y posteriormente se realizaron 2 riegos más cada 15 días.

### **3.10. Manejo del cultivo.**

#### **3.10.1. Fertilización**

La fertilización aplicada en el cultivo fue de forma empírica ya que no se realizó un estudio de suelo debido a la falta de laboratorios en la región e incluso en el estado. Se realizaron 2 aplicaciones de Fosfato Diamónico (DAP) con el fin de cubrir la demanda de minerales que necesitaría el cultivo para su desarrollo. La primer aplicación de fertilizante se realizó al momento de la siembra con una dosis de 160 kg/ha de DAP. La segunda aplicación se realizó

al momento de la “encajonada” o “labra” con una dosis de 160 kg/ha de DAP este se aplicó el día 9 de enero de 2017, un día antes del primer riego de auxilio. En total se aplicaron 320 Kg/ha de fertilizante, como el Fosfato Diamónico contiene 18% de Nitrógeno y 46% de Fosfato, se aplicó aproximadamente 57.6 unidades de nitrógeno por hectárea y 147.2 unidades de fosforo por hectárea.

### **3.10.2. Control de maleza**

El control de maleza se realizó de forma manual. Como la región es de cima tropical, cálido húmedo, el desarrollo de las malezas iba a la par con el cultivo, el primer control de maleza se realizó a los 30 días de establecido el cultivo, el segundo control de maleza se realizó al momento de la “encajonada” y posteriormente se dio un tercer control de malezas a los 25 días después de la labra. Ya que como comenzaron los riegos la maleza se desarrolló. Solo se realizaron 3 desmontes para controlar la maleza ya que después del tercer control, el cultivo tenía suficiente altura como para que la maleza no le afectara.

### **3.10.3. Polinización**

La polinización del cultivo fue de manera natural.

### **3.10.4. Control de plagas y enfermedades**

La plaga que se presentó durante el ciclo del cultivo fue el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*, este inicio atacando a la planta del maíz desde los primeros estadios de la misma, cuando el cultivo tenía aproximadamente un mes de establecido se observaron los primeros gusanos en el cultivo. El control que se realizó para el gusano fue Lorsban 480 con una

dosis de 1 l/ha. Se realizaron 3 aplicaciones durante el desarrollo de la planta y se dejó de aplicar cuando inició el jiloteo de las primeras plantas.

No se observó la presencia de enfermedades en el cultivo.

### **3.10.5. Cosecha**

La cosecha se realizó cuando los elotes (frutos) estuvieron en su máximo desarrollo, el método que se utilizó para determinar el grado de madures del elote fue empírico y se muestreo al tacto del productor. El inicio de la cosecha fue el 15 de febrero y termino el 5 de marzo con la cosecha de los últimos elotes.

## **3.11. Variables observadas**

### **3.11.1. Porcentaje de producción de elote**

Para obtener el porcentaje de producción de elote se comparó la densidad de siembra contra la cantidad de mazorcas que produjeron las plantas, máximo una mazorca o elote por planta.

### **3.11.2. Peso de la mazorca en verde**

Para esta variable se determinó el peso de las mazorcas de cada muestra al momento de la cosecha, utilizando una báscula normal para pesar fruta.

### **3.11.3. Tamaño de la mazorca**

Para determinar las medidas de las mazorcas se utilizó un flexo metro.

#### **3.11.4. Rendimiento**

En esta variable se tomó en cuenta el peso de los elotes cosechados en muestras de 5 metros lineales en puntos al azar de la parcela para obtener datos más reales del cultivo, como la nacencia de plantas fue de aproximadamente el 95% se obtuvo por consiguiente una buena producción, con los datos obtenidos de los 5 muestreos se realizó una extrapolación para obtener el rendimiento en toneladas por hectárea.

#### **3.12. Cálculos**

Para realizar los cálculos se utilizó el programa Excel 2010.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Porcentaje de producción de Elote**

Se observó que de las 68,750 semillas que se sembraron bajo el método de alta densidad el 78.56% produjeron mazorcas, mientras que de las 57,500 semillas sembradas bajo el método tradicional solo 49.67% produjeron mazorcas, lo cual ha sido una de las razones por las que los agricultores han dejado de sembrar, ya que tienen poca producción.

La explicación que se halló sobre el bajo porcentaje de producción del método tradicional fue la siguiente: al acumular plantas en un solo punto existe competencia entre ellas y disminuye la cantidad de nutrientes para cada planta.

### **4.2. Tamaño de la mazorca**

Se observó que la mazorca producida bajo el sistema de alta densidad fue de mayor tamaño que la producida por el método tradicional.

La longitud promedio para la mazorca producida bajo el método de alta densidad fue de 23.5 cm, mientras que para el promedio de las mazorcas sembradas por el método tradicional fue de 18.5 cm, con lo que se observó una diferencia bien marcada.

El diámetro promedio para la mazorca bajo el método de alta densidad fue de 4.6 cm, mientras que para el promedio para el método tradicional fue de 4.2 cm.

### **4.3. Peso de mazorca en verde**

El peso de la mazorca que se obtuvo para ambos métodos fue diferente, en el cuadro 7 se muestra el promedio de las muestras obtenidas en 5 metros lineales.

**Cuadro 7.** Peso promedio de las mazorca en elote. San Juan Lagunas 2017.

Peso Promedio de las Muestras		
Muestras	alta densidad	Tradicional
1	0.45	0.29
2	0.445	0.3
3	0.44	0.28
4	0.43	0.27
5	0.45	0.28
	0.443	0.284

Peso promedio de la mazorca Alta Densidad = 443 g

Peso promedio de la mazorca Método Tradicional = 284 g

Se observó que la relación que existe entre la mazorca sembrada bajo el método de alta densidad (H-733) y la mazorca bajo el método tradicional es 1.5598 a favor de la mazorca H-733.

#### **4.4. Rendimiento**

Se observó que el rendimiento de la parcela bajo alta densidad de siembra (maíz híbrido H-733) resultó ser mayor al obtenido en la parcela con cultivo establecido por el método tradicional. De las 5 muestras que se recolectaron para ambas parcelas se obtuvo lo siguiente: el rendimiento de la parcela con alta densidad fue de 24.1435 ton/ha mientras que en la parcela sembrada por métodos tradicionales fue de 8.094 ton/ha. Cabe mencionar que los pesos fueron en mazorca en elote con hoja verde.

## **V. CONCLUSIONES**

En función de las condiciones en las que se realizó el presente trabajo de observación se puede concluir que:

El porcentaje de plantas que produjeron mazorca bajo el método de siembra de alta densidad fue mayor al observado bajo el método de siembra tradicional.

Las mazorcas que se produjeron bajo el método de siembra de alta densidad fueron de mejor calidad que las obtenidas bajo el método de siembra tradicional.

El rendimiento observado bajo el método de siembra de alta densidad fue superior al obtenido bajo el método de siembra tradicional.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- ANDRADE F., CIRILO A.G., UHART S. y OTEGUI M.. 1996. Ecofisiología del Cultivo de Maíz. Editorial La Barrosa-EEA Balcarce, CERBAS, INTA-FCA, UNMP (Eds.). Dekalb Press. Buenos Aires. 292 pp.
- ANPROS. 2009. México: Crece 52% importación de semilla de maíz. Asociación Nacional de Productores de Maíz A. G. Chile. En línea. [www.anproschile.cl/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1224&Itemid=54](http://www.anproschile.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=1224&Itemid=54) (Consultado el 10 de enero de 2016).
- Aragón, F., La producción de maíz en Oaxaca, INIFAP, s/f.
- Aragón, F., Taba, S., Hernández, J. M., Figueroa, J., Serrano, V. y Catsro, F. 2006. Catálogo de maíces criollos de Oaxaca, INIFAP, Etlá, Oaxaca, México.
- Beadle, G.W. 1939. Teosinte and the origin of maize. *J. Hered.*, 30: 245-247.
- Beadle, G.W. 1978. Teosinte and the origin of maize. In D.B. Walden, ed. *Maize breeding and genetics*, p. 113-128. New York, NY, USA, J. Wiley & Sons.
- Beadle, G.W. 1980. The ancestry of corn. *Sci. Am.*, 242: 112-119.
- Board, J. E. and B. G. Harville. 1992. Explanation for greater light interception in narrow-vs. wide-row soybean. *Crop Sci.* 32: 198-202.
- Burguete Cal y Mayor, Araceli. 2000. Agua que nace y muere. Sistemas normativos indígenas y disputas por el agua en Chamula y Zinacantán. UNAM, México.
- Cardona J.A. 1999. El cultivo del maíz en Guatemala. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, ICTA. 19 p.
- CIMMYT. 2004. Curso Producción de Semillas de Alta Calidad y Post-Cosecha, Catacamas, Olancho, Honduras). Manejo de la producción de semilla de maíces híbridos. Texcoco, México. 60p.
- CIMMYT. 2008. [Online] Available from: [www.cimmyt.org](http://www.cimmyt.org).
- CIMMYT. 2009. Información de todas CML'S (1-539). En línea. [www.cimmyt.org/spanish/wps/obtain\\_seed/cimmytCMLS.htm](http://www.cimmyt.org/spanish/wps/obtain_seed/cimmytCMLS.htm) (Consultado el 10 de abril de 2016).

- Comisión Nacional del Agua. 2009. Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento.
- Comisión Nacional del Agua. 2011. Estadísticas del agua en México.
- Cruz O. 2013. Manual para el Cultivo del Maíz en Honduras. Tegucigalpa, M. D. C., C. A. Tercera Edición. Derechos reservados, DICTA, marzo 2013. Honduras.
- Deras H. 2014. Guía Técnica "El Cultivo del Maíz". Agricultura en El Salvador. Centa. El Salvador.
- Durán P. 1981. Efecto de la población y fertilización Nitrogenada en la producción de Maíz Dulce (*Zea mays* L var. Rugosa) bajo riego. Facultad de Agronomía. Universidad de la Republica. Montevideo, Uruguay.
- Erales M. 2003. Utilización de feromona para el control del gusano elotero *Helicoverpa zea*, en el cultivo de maíz dulce *Zea mays* Villa Nueva, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala. URL, 33 p.
- FAO. 2001. El Maíz en los Trópicos, Mejoramiento y Producción. Dirección de Producción y Protección Vegetal de la FAO. Roma Italia, 392 p. Gudiel, V. (1980). Manual Agrícola Superb. Guatemala: Publicación editada por Productos Superb.
- Gómez M., N. O., J. L. Ramírez D. y A. Turrent F. 2001. H-516, maíz de alto rendimiento para regiones cálidas y semicálidas de México. Folleto Técnico No. 8. Campo Experimental Iguala. CIRPAS-INIFAP-SAGARPA. 20 p.
- J. Espinoza y E. Molina 1999. Acidez y Encalado de Suelos. 1ª (Edición) International Plant Nutrition Institute. Quito, Ecuador.
- Jugenheimer, R.W. 1987. Corn improvement, seed production and uses. Malabar, FL, USA, Robert E. Krieger Publishing.
- Longley, A.E. 1941. Chromosome morphology in maize and its relatives. Bot. Rev., 7: 263-289.
- Mangelsdorf, P.C. 1947. The origin and evolution of maize. In M. Demerec, ed. Advances in genetics. I, p. 161-207. New York, NY, USA, Academic Press.
- Mangelsdorf, P.C. 1952. Hybridization in the evolution of maize. In J.W. Gowen, ed. Heterosis, p. 175-198. Ames, IA, Iowa State College Press.
- Mangelsdorf, P.C. 1974. Corn, its origin, evolution and improvement. Cambridge, MA, USA, Belknap Press, Harvard University Press.

- Ordoñez, M. 2001. Producción de elote dulce (*Zea mays* L.) Híbrido GSS 4644, utilizando dos sistemas de siembra, en el municipio de San Jerónimo, departamento de Baja Verapaz, Guatemala. Centro de Educación Media Agropecuaria del Suroriente, Jutiapa, Guatemala. 49 p.
- Ortega, P. R., Martínez, M. A. Sánchez, J. J. 2000. In Recursos Filogenéticos de México para la alimentación y la Agricultura, Informe Anual (Eds, Ramírez, P., Ortega, R., López, A., Castillo, F., Livera, M., Rincón, F. y Zavala, F.) Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas y Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C., Chapingo, México.
- Ortiz Cereceres, J., Ortega Paczka, R., Molina Galán, J., Mendoza Rodríguez, M., Mendoza Castillo, M. C., Castillo Gonzáles, F., Muñoz Orozco, A., Turrent Fernández, A. y Kato Yamakake, T. A. 2007. Análisis de la problemática sobre la producción nacional de maíz y propuestas de acción, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México.
- Piperno, D. R. 2001. On Maiz and the Sunflower, *Science*, 292, 2260-2261.
- Ramírez D., J. L., M, Chuela B., V. A. Vidal M., J. J. Wong P., H. Córdova O., I. Soltero D., J. Franco M., H. L. Vallejo D., A. Arregui E., A. Morfín V., F. Caballero H., H. Delgado M., J. Ron P., J. J. Sánchez G. y G. Vázquez C. 2005. H-375. Híbrido de maíz de 28 H-377. Híbrido de maíz de grano blanco para riego y buen temporal... grano blanco para riego y buen temporal en la región Centro Occidente, y riego en el Noroeste de México. Folleto Técnico No. 1. Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco. CIRPACINIFAP. Tepatitlán de Morelos, Jal. 28 p.
- Rogers Seeds Inc. 1996. Manual sobre el Maíz Dulce. EE.UU. Rogers Seeds Inc.
- SAGARPA. Subsecretaria de Desarrollo Rural, Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. Publicación Núm. 11. Manejo Integrado de Plagas.
- Salinas M. Y y G. Vázquez C. 2006. Metodologías de análisis de calidad nixtamalera- tortillera en maíz (*Zea mays* L.). Folleto Técnico N° 24. Campo Experimental Valle de México. Instituto Nacional de

Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Chapingo, Texcoco, Edo. de México. 92 p.

Sánchez G., J., M. M. Goodman, and C. W. Stuber. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. *Econ. Bot.* 54(1): 43-59.

Sandoval, F. 2004. Comparación Agroeconómica del método de siembra directa (semilla) e indirecta (pilón) en Maíz Dulce (*Zea mays* var. *Rugosa*) en cinco localidades de Monjas, Jalapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala. USAC. 76 p.

SIAP.2009. Maíz Situación Actual y Perspectivas 1996-2010. SAGARPA.

Solomon, Berg, Martín y Villee. 1996. *Biología de Villee* (3ª. Ed) México: Editorial Interamericana S.A. de C.V.

Stanley, P.C. y Steyermarck, J. 1977. *Flora of Guatemala*. Chicago, EE.UU, Chicago Natural History Museum. *Fieldiana Botany*. v. 24. pte. 11.

Uribelarrea M. 2009. Bulletin 1221. UGA Cooperative Extension. College of Agricultural and Environmental Sciences.

Van Etten. 2006. Maíz para Guatemala. Organización para las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Vavilov, N. I. 1994. Mexico and Central America as a basic center of origin of cultivated plants in the New World. Cambridge University Press, NY. 207-238.

Weatherwax, P. 1954. *Indian corn in old America*. New York, NY, USA, MacMillian Publishing.

Weatherwax, P. 1955. History and origin of corn. I. Early history of corn and theories as to its origin. In G.F. Sprague, ed. *Corn and corn improvement*, 1st ed., p. 1-16. New York, NY, USA, Academic Press.

Wellhausen, E. J., Roberts, L. M., Hernández, X. y Mangelsdorf, P. C. 1951. *Razas de Maíz en México. Su origen, características y distribución*, Secretaría de Agricultura y Ganadería, México, D.F.

Wilkes, H.G. 1985. Teosinte: the closest relative of maize revisited. *Maydica*, 30: 209-223.