

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**RENDIMIENTO Y CALIDAD EN TRES HÍBRIDOS DE MAÍZ DULCE
(*Zea mays* L. var. *saccharata*) EN EL MUNICIPIO DE PEDRO
ESCOBEDO, QUERÉTARO.**

POR

ALEJANDRA ARCILA DE VICENTE

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA

FEBRERO DE 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

RENDIMIENTO Y CALIDAD EN TRES HÍBRIDOS DE MAÍZ DULCE
(*Zea mays* L. var. *saccharata*) EN EL MUNICIPIO DE PEDRO
ESCOBEDO, QUERÉTARO.

POR:

ALEJANDRA ARCILA DE VICENTE

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:


M.C. José Luis Coyac Rodríguez

ASESOR:


Dr. Héctor Javier Martínez Agüero

ASESOR:


Dra. Oralia Antuna Grijalva

ASESOR:


M.C. Ricardo Covarrubias Castro


Dra. Ma. Teresa Valdés Perezgasga
COORDINADORA INTERINA DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

FEBRERO DE 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

RENDIMIENTO Y CALIDAD EN TRES HÍBRIDOS DE MAÍZ DULCE
(*Zea mays* L. var. *saccharata*) EN EL MUNICIPIO DE PEDRO
ESCOBEDO, QUERÉTARO.

POR:

ALEJANDRA ARCILA DE VICENTE

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

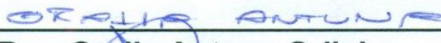
PRESIDENTE:


M.C. José Luis Coyac Rodríguez

VOCAL:


Dr. Héctor Javier Martínez Agüero

VOCAL:


Dra. Oralia Antuna Grijalva

VOCAL SUPLENTE:


M.C. Ricardo Covarrubias Castro


Dra. Ma. Teresa Valdés Perezgasga

COORDINADORA INTERINA DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

FEBRERO DE 2015

DEDICATORIAS

A mis padres:

A mí padre: Clemente Arcila de Vicente DEP.

A mí querida madre: Francisca de Vicente Ferrusquía.

A mis padres pilares fundamentales en mi vida, con mucho amor y cariño, les dedico todo mi esfuerzo, por que depositaron toda su confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo instante. Porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final.

A mis hermanos:

Gustavo Arcila de Vicente

Iván Arcila de Vicente

Diana Laura Arcila de Vicente

Que siempre estuvieron apoyándome en todo momento y supieron darme un consuelo cuando la ausencia de todos ustedes se hacía notar, sin ustedes este merito no se hubiese conseguido. A pesar de tener nuestras discusiones y malos ratos y de que tal vez seamos polos opuestos en ciertas ocasiones, han sido una de las principales personas involucradas en que este sueño se cumpliera.

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá:

Un agradecimiento especial a mi madre por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ti he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, es un privilegio ser tu hija. Agradezco que hayas estado en mis tristezas y alegrías, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me has demostrado tu amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos. Gracias a ti cumplí lo prometido.

A mi papá:

Te agradezco de todo corazón tu apoyo incondicional y todos tus esfuerzos, la ayuda que siempre me diste, la disponibilidad incondicional que siempre mostraste para ayudarme, ahora que culmino el camino profesional es también tu culminación de ver tus esfuerzos en mí. Este logro lo comparto contigo, gracias por creer en mí, por tu amor, por todos tus consejos y apoyo hasta el último momento de tu existencia, por estar conmigo en todo momento.

A mi amiga **Merly**, por todos sus buenos consejos y brindarme su amistad en estos últimos años.

A mi asesor **M.C. José Luis Coyac** por haberme brindado su apoyo para poder concluir con mi proyecto de tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo:	3
1.2. Hipótesis:	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Generalidades del cultivo	4
2.2. Tipos de maíz dulce	5
2.3. Usos y valor nutritivo	7
2.4. Criterios de calidad	7
2.5. Requerimientos climáticos	8
2.6. Fertilización	10
2.7. Plagas	10
2.7.1. Gusano de alambre. <i>Glyphonyx spp., Conoderus sp., Agriotes sp.</i> ..	11
2.7.2. Gusano cogollero. <i>Spodoptera frugiperda</i>	11
2.7.3. Barrenador del maíz. <i>Elasmopalpus angustellus</i>	11
2.7.4. Pulgón del cogollo. <i>Rhopalosiphum maidis</i>	12
2.7.5. Taladros del maíz.	12
2.7.6. Gusano elotero. <i>Helicoverpa zea</i>	13
2.8. Enfermedades	13
2.8.1. Roya común. <i>Puccinia sorghi</i>	14
2.8.2. Carbón del maíz. <i>Ustilago maydis</i>	14
2.9. Cosecha	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1. Ubicación geográfica del experimento	16
3.2. Diseño experimental y análisis estadístico	16

3.3.	Variables de calidad	17
3.3.1.	Tallo largo	17
3.3.2.	Falta de grano.....	18
3.3.3.	Daño de plaga	18
3.4.	Rendimiento de elote	18
3.5.	Material genético.....	19
3.5.1.	Overland	19
3.5.2.	GSS 1477	19
3.5.3.	GSS 1453	20
3.6.	Preparación del terreno.....	20
3.7.	Siembra.....	21
3.8.	Riegos y fertilización	21
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1.	Cuadrados medios	22
4.2.	Prueba de Comparación de Medias	23
4.2.1.	Tallo largo	23
4.2.2.	Falta de grano.....	25
4.2.3.	Daño de plaga	26
4.2.4.	Peso total de defectos	28
4.2.5.	Rendimiento/ha.....	29
V.	CONCLUSIONES.....	31
VI.	BIBLIOGRAFÍA.....	32

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición nutritiva del maíz dulce por 100 gramos de parte comestible	7
Cuadro 2. Cuadrados medios para variables de calidad en tres híbridos de maíz dulce.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Promedio de tallo largo en el muestreo de tres híbridos del maíz dulce en el municipio de Pedro Escobedo, Querétaro 2014.	24
Figura 2. Promedio de falta de grano en el muestreo de tres híbridos del maíz dulce en el municipio de Pedro Escobedo, Querétaro 2014.....	26
Figura 3. Promedio de daño de plaga en el muestro de tres híbridos de maíz dulce en el municipio de Pedro Escobedo, Querétaro 2014.	27
Figura 4. Promedio de peso total de defectos en el muestro de tres híbridos de maíz dulce en el municipio de Pedro Escobedo, Querétaro 2014.....	28
Figura 5. Promedio de rendimiento en el muestro de tres híbridos de maíz dulce en el municipio de Pedro Escobedo, Querétaro 2014.	29

RESUMEN

El maíz dulce (*Zea mays* L. var. *saccharata*) es una especie que se caracteriza por tener un mayor contenido de azúcares que el maíz común, debido a que un gen recesivo presente en su genoma restringe la conversión de azúcar en almidón durante la etapa de maduración del grano. Para la industria se recomiendan variedades de período vegetativo largo, ya que se desea un alto rendimiento por hectárea y sus granos deben reunir cualidades de dulzor, color, tamaño y grosor del pericarpio, de acuerdo con un buen sabor, suavidad y textura adecuada, junto a una buena presentación. Con la finalidad de evaluar el desempeño de tres híbridos comerciales de maíz dulce, se realizó una evaluación de rendimiento y parámetros de calidad en el municipio de Pedro Escobedo, Querétaro. El experimento se estableció bajo un diseño experimental completamente al azar con diferente número de repeticiones por tratamiento (híbrido). Los tratamientos consistieron en tres híbridos de maíz dulce: Overland, GSS 1477 y GSS 1453 distribuidos en la región por la compañía Syngenta. De las variables evaluadas (% de tallo largo, % de falta de grano, % de daño por plaga, % total de defectos y rendimiento), solamente se observaron diferencias estadísticas en tallo largo y rendimiento. En el resto de las variables de calidad no hubo diferencias, por lo cual se considera que solamente las características relacionadas con rendimiento y tallo largo, hacen distintivos a estos híbridos. De los tres híbridos evaluados, el GSS 1477 mostró el menor porcentaje de tallo largo, siendo una buena opción para producción teniendo el mejor resultado con 2.4%, mientras que GSS 1453 y Overland tuvieron valores de 3.85% y 2.575%, siendo de menor calidad. A pesar

de no haber diferencias significativas en los híbridos evaluados, el menor valor obtenido de falta de grano, fue para el híbrido GSS 1477 con 1.34%, mientras que para los híbridos Overland y GSS 1453 hubo porcentajes de 1.425% y 1.49%, respectivamente, siendo el más perjudicial para una buena producción y venta. Para los porcentajes de daños de plagas, el híbrido Overland obtuvo el 1.231% siendo este el mejor resultado para esta variable, mientras que para los híbridos GSS 1453 y GSS 1477 los valores fueron de 1.80% y 1.805%, disminuyendo la calidad y aumentando la probabilidad de rechazo del producto por estos daños. Para la obtención de peso total de defectos se sumaron las variables Tallo largo, Falta de grano y Daño de plaga, así, para el híbrido GSS 1453 el peso total de defectos fue de 7.14% siendo el más alto y menos favorable ya que puede generar un mayor peso correspondiente a rendimiento en peso bruto, para el peso total de defectos para del híbrido GSS 1477 fue de 5.545%, mientras que el híbrido Overland obtuvo el porcentaje más bajo con 5.231% de peso total de defectos, y con ello resultados más favorables respecto al rendimiento considerándose buena opción para la producción. Entre los híbridos evaluados existe una diferencia sumamente significativa en rendimiento donde solo el híbrido GSS 1477 presento los mejores resultados en peso bruto con 31 636.25 kg ha⁻¹, seguido del híbrido GSS 1453 con 28 017.647 kg ha⁻¹, y por último Overland con 17 936.75 kg ha⁻¹. A pesar de tener un alto porcentaje de peso total de defectos el híbrido GSS 1477 es una buena opción para su producción y utilización para elote industrializado, ya que el rendimiento obtenido es el doble que tiene el híbrido Overland utilizado tradicionalmente.

Palabras clave: GSS 1453, GSS 1477, Overland, elote, grano industrializado.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz dulce (*Zea mays L. var. saccharata*) es una especie que se caracteriza por tener un mayor contenido de azúcares que el maíz común, debido a que un gen recesivo presente en su genoma restringe la conversión de azúcar en almidón durante la etapa de maduración del grano (Kehr, 1993).

El principal país productor de maíz dulce es Estados Unidos, que en 2001 produjo cerca de 3 millones de toneladas para procesado (Ordás *et al.*, 2007).

Desde el punto de vista alimentario económico y social, el maíz es el cultivo más importante de México. Se producen diversas variedades, sin embargo la más importante es la del maíz blanco, cuya participación en la superficie de producción total de maíz fue de 7, 487,399.02 ha, lo que representa un volumen de producción promedio anual de 19.2 millones de toneladas. Por lo que respecta al maíz dulce (amarillo), su participación en el total representó el 5.9% en promedio durante 2004-2005. (SAGARPA, SIAP, 2010).

De acuerdo con su contenido de azúcar se clasifica en estándar Sugary 1- (Su), azúcar mejorado o extra dulce (Se) y súper dulce o Shrunken2 (Sh2). Su composición nutritiva está integrada por proteínas, carbohidratos, minerales y vitaminas, siendo una buena fuente de fósforo y tiamina (Luchsinger y Camilo, 2008).

Normalmente las variedades tipo súper dulce (Sh2) contienen el doble de azúcar que las tipo (Su) y la conversión de azúcar en almidón es más lenta, por lo que el periodo de cosecha se amplía por la mayor duración del grano en estado óptimo de calidad para recolección. La función de este gen es retardar o impedir la completa transformación del azúcar del grano en almidón. A pesar de todo esto, en este tipo de variedades durante el periodo de conservación posterior a cosecha, el sistema enzimático continúa funcionando en la transformación de azúcar en almidón y la velocidad de este proceso (relativamente lento o más rápido) en la postcosecha depende del tiempo que transcurra entre la cosecha y su consumo y de las condiciones de manejo. Hay que prestar especial atención a la temperatura, ya que el frío es un aliado para romper esta transformación enzimática y poder mantener la calidad y sobre todo el nivel de azúcar deseado (Barrón *et al.*, 2013).

El rendimiento del cultivo de maíz varía considerablemente entre las distintas regiones productoras y genotipos. Los factores que contribuyen a esta variabilidad en los rendimientos son numerosos, destacándose los regímenes de temperatura, la radiación, la disponibilidad hídrica, la densidad de siembra, distribución espacial de las plantas y de nutrientes (Martínez, 2005).

De este modo, la fecha de siembra es un determinante clave del ambiente que explorará el cultivo durante el ciclo y particularmente durante el período crítico para la determinación de su rendimiento y calidad (Otegui y López Pereira, 2003).

1.1. Objetivo:

Conocer el rendimiento productivo y algunos parámetros de calidad entre híbridos comerciales de maíz dulce en el municipio de Pedro Escobedo, Querétaro.

1.2. Hipótesis:

Los híbridos GSS 1477 y GSS 1453 son superiores en rendimiento y calidad al híbrido Overland.

La producción de los híbridos evaluados para producción de maíz dulce es alta (mayor de 20 ton ha⁻¹) y tienen la calidad suficiente para comercializarse sin pérdidas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo

El maíz dulce era ya conocido por los pueblos americanos precolombinos; sin embargo, tal como se usa hoy en el mundo occidental, es un desarrollo de los agricultores del este norteamericano de los siglos XVIII y XIX. En 1822 se publicó un artículo en una revista de Nueva Inglaterra situando la primera introducción en esa zona en 1779; pero la primera mención fidedigna del maíz dulce se debe a Thomas Jefferson en 1810, en su Libro de la huerta. A lo largo del siglo XIX el interés por este cultivo aumentó rápidamente y comenzaron a aparecer numerosas variedades resultado del cruzamiento de maíz dulce con variedades de maíz grano.

Las variedades de maíz dulce que se cultivan en la actualidad en todo el mundo son prácticamente siempre híbridos simples. De hecho, el uso de híbridos simples en el maíz dulce comenzó muchos años antes que en el maíz grano (Ordás *et al.*, 2007).

Existen diferentes variedades de maíz súper dulce que están dominando el mercado porque tienen mayor rendimiento, amplio período de cosecha, mayor calidad postcosecha y el producto final tiene mejores características comerciales y culinarias (Barrón *et al.*, 2013).

El cultivo del maíz se encuentra en constante cambio desde su siembra hasta la cosecha. Para producirlo, son necesarios los siguientes elementos: agua, minerales, suelo, dióxido de carbono y oxígeno, los que con la ayuda de la radiación solar son transformados por la planta en carbohidratos, proteínas, aceites y minerales. El crecimiento y producción del maíz depende del potencial genético de la planta para responder a las condiciones ambientales en las que crece. Aunque la naturaleza es la responsable de la mayor parte de la influencia ambiental sobre el crecimiento y la producción (SAGARPA, SIAP, 2012).

Para la industria se recomiendan variedades de período vegetativo largo, ya que se desea un alto rendimiento por hectárea y sus granos deben reunir cualidades de dulzor, color, tamaño y grosor del pericarpio, de acuerdo con un buen sabor, suavidad y textura adecuada, junto a una buena presentación. Por otro lado, los híbridos precoces producen rendimientos relativamente bajos y, por ello son poco utilizados. Sin embargo, pueden considerarse para siembras tempranas o muy tardías y de esta manera ocupar la industria en un período más amplio de tiempo (Luchsinger y Camilo, 2007).

2.2. Tipos de maíz dulce

Tres son los tipos de maíz dulce que se cultiva en las zonas templadas su (1), (sh2) y (se1). Históricamente hasta los años sesenta, todo el maíz dulce que se comercializaba estaba basado en el gen sugary1 (su1), un mutante en el brazo corto

del cromosoma 4, que retarda la conversión de azúcares en almidón y aumenta el contenido de fitoglucógeno. En los últimos 40 años se han empleado otros dos mutantes, el primero de dichos mutantes en aparecer fue el gen *shrunken* (*sh2*) situado en el brazo largo del cromosoma 3, que produce una concentración de azúcar muy superior, así como una mayor duración del periodo apto para la recolección. El grano *sh2* carece prácticamente de almidón y tiene unos contenidos muy bajos de polisacáridos solubles en agua. Como consecuencia de ello, el grano adquiere, al secar, un aspecto muy arrugado y la germinación del mismo y el vigor de la plántula disminuyen a comparación con el maíz normal. Además, al no poseer fitoglucógeno no posee una textura cremosa sino crujiente, estas variedades reciben el nombre de súper dulces.

El segundo mutante está situado en el brazo largo del cromosoma 4, y recibe el nombre de *sugary enhancer1* (*se1*). Este mutante se usa en combinación con *sugary1* y aumenta el contenido en azúcares, manteniendo la proporción de fitoglucógeno, por lo que produce variedades con mayor dulzor y con una estructura cremosa similar a las variedades dulces. Las variedades con la combinación de *su1* y *se1* reciben el nombre de variedades dulces mejoradas (Ordás *et al.*, 2007).

2.3. Usos y valor nutritivo

El maíz es un cultivo en extremo generalizado y tiene múltiples usos. Se cultiva con diferentes propósitos, tales como producción de forraje verde, ensilaje para el consumo animal y producción de granos o como hortaliza en forma de elotes para el consumo humano (Pearsons *et al.*, 1991).

Cuadro 1. Composición nutritiva del maíz dulce por 100 gramos de parte comestible

Componente	Cantidad	Componente	Cantidad
Agua (%)	72,70	Hierro (mg)	0,70
Proteínas (g)	3,50	Potasio (mg)	280,00
Grasas (g)	1,00	Vitamina A (UI)	400,00
Hidratos de carbono (mg)	22,10	Tiamina (mg)	0,15
Fibra (g)	0,70	Rivoflamina (mg)	0,12
Cenizas (g)	0,70	Niacina (mg)	1,70
Calcio (mg)	3,00	Ácido ascórbico (mg)	12,00
Fósforo (mg)	111,00	Valor energético (cal)	96,00

Fuente: Di Benedetto, 2005

2.4. Criterios de calidad

Las características que se le exigen al cultivo varían en función del procesamiento que vaya a seguir la cosecha. Para enlatar es fundamental la forma de la mazorca, así

como su uniformidad y dulzor, color y textura del grano. En cambio el factor fundamental del consumo en fresco es el aspecto externo y el sabor (Ordás *et al*, 2007).

La calidad de maíz dulce para el mercado fresco se evalúa de acuerdo a una apariencia fresca y uniforme, filas de granos bien formadas y uniformes, turgencia y un contenido lechoso de granos, y la ausencia de daños y defectos (descoloración, daño de cosecha, daño de gusanos, insectos vivos, sedas o granos podridos). Mazorcas recortadas, deshojadas, o con un procesamiento mínimo, tienen estándares adicionales de clasificación para la cubierta, la apariencia, el largo y otros indicadores de calidad de la mazorca (University of California, 2013).

En la agroindustria es importante el contenido de sólidos solubles a la cosecha y se expresa en grados Brix. Esto influye directamente en la calidad de la materia prima y está íntimamente relacionada con la época de cosecha y su rapidez. Se denomina calidad A, cuando los grados Brix fluctúan entre 24-30 óptimo; bajo 24 inmaduro es calidad B y sobre 30 sobre maduro, esta es C. Las mazorcas grado A deben exudar jugo blanco, de apariencia lechosa luego de presionar los granos y éste debe presentar un sabor dulce característico (Luchsinger y Camilo, 2008).

2.5. Requerimientos climáticos

El maíz dulce es un cultivo de clima templado-cálido, su difusión geográfica es mayor que la del maíz común y esto es principalmente debido a que se cosecha en

estado lechoso. La temperatura y lluvia son los principales factores climáticos que afectan su crecimiento y productividad.

Existen pequeñas diferencias entre autores en los rangos térmicos para el crecimiento y desarrollo del cultivo; según Vigliola (1996) la temperatura máxima para el cultivo es de 32°C y la mínima de 10 °C, pero para Di Benedetto (2005) la temperatura máxima sería de 35°C y 13°C la mínima. La temperatura durante el ciclo del cultivo de maíz dulce influye en el número de días necesarios para alcanzar la madurez comercial (Vigliola, 1996). Asimismo, la tasa de crecimiento se incrementa a medida que aumenta la temperatura. Sin embargo, las temperaturas muy elevadas pueden afectar el porcentaje de fecundación, sobre todo cuando coincide con vientos y sequía, ya que se altera la producción de polen, y da como resultado una polinización pobre y espigas mal desarrolladas. Por otra parte, temperaturas del aire inferiores a 10°C durante la primavera, determinan un crecimiento muy lento, y el cultivo puede tornarse clorótico (Vigliola, 1996). Por último el periodo crítico para la generación del rendimiento del maíz, se halla comprendido entre los 15 días previos a la floración y los 15 días posteriores a la misma en donde un estrés de cualquier índole afectará al rendimiento.

2.6. Fertilización

El maíz necesita para su desarrollo unas ciertas cantidades de elementos minerales. Las carencias en la planta se manifiestan cuando algún nutriente mineral está en defecto o exceso. Se recomienda un abonado de suelo rico en P y K.

También un aporte de nitrógeno en mayor cantidad sobre todo en época de crecimiento vegetativo. El abonado se efectúa normalmente según las características de la zona de plantación, por lo que no se sigue un abonado riguroso en todas las zonas por igual. No obstante se aplica un abonado en cantidades bajas en la primera época de desarrollo de la planta, hasta que tenga un número de hojas de 6 a 8. Durante la formación del grano de la mazorca los abonados deben ser mínimos. Es importante realizar un abonado ajustándose a las necesidades presentadas por la planta de una forma controlada (COVECA, 2011).

2.7. Plagas

Los insectos son los principales consumidores de plantas en el mundo, se estima que los insectos nocivos del maíz provocan pérdidas promedio de 30% en México, aun aunque en ciertas condiciones los daños son tan severos que las pérdidas pueden ser totales (Rodríguez *et al.*, 2008).

2.7.1. Gusano de alambre. *Gilyphonyx spp.*, *Conoderu spp.*, *Agriotes sp.*

El adulto es un escarabajo duro, elongado, con la terminación de los élitros en punta; el pronoto es ancho. Los adultos miden de 3 a 10 mm de longitud. Las larvas son elongadas, cilíndricas u ovals en sección transversal, de color amarillo o café, con una cutícula dura brillante, con tres pares de patas cortas.

2.7.2. Gusano cogollero. *Spodoptera frugiperda*

Es la plaga más voraz y dañina del maíz, los gusanos se localizan en el cogollo de las plantas, en donde se alimentan de las hojas en formación, las cuales al desarrollarse quedan perforadas y rasgadas; el ataque temprano causa la muerte de plántulas o el retraso en el desarrollo de la planta. El adulto es una palomilla que tiene aproximadamente 30 mm de expansión alar, de color café grisáceo con una mancha clara en medio de las alas anteriores. Las larvas al emerger son amarillentas, con la cabeza y el escudo pronotal muy oscuros y brillantes. Las larvas en los últimos instares son de color café grisáceo, con tres bandas longitudinales de color más claro.

2.7.3. Barrenador del maíz. *Elasmopalpus angustellus.*

Los daños que produce el gusano barrenador en el cultivo del maíz se basan en la perforación del tallo. El adulto del gusano barrenador del maíz mide entre los 21 y 25 mm de envergadura alar. Las alas del adulto son de color grisáceo en la hembra y de

tonalidades claras en el macho. Las larvas pueden llegar a medir los 20 mm de largo, son de color gris oscuro con tonalidades negras en la cabeza.

2.7.4. Pulgón del cogollo. *Rhopalosiphum maidis*

Esta especie es trasmisor de virus al extraer la savia de las plantas atacando principalmente al maíz dulce. Las formas ápteras miden de 1.6 a 2.2 mm de longitud, son de color verde olivo o verde azulado, con cabeza, cornículos y cauda de color negro, patas oscuras. Las formas aladas miden de 1.4 a 1.9 mm, la cabeza y el tórax son de color negro y el abdomen es de color verde oscuro, las patas, antenas, cornículos y la cauda son de color grisáceo.

2.7.5. Taladros del maíz.

Se trata de dos plagas muy perjudiciales en el cultivo del maíz:

Sesamia nonagroides: se trata de un lepidóptero cuya oruga taladra los tallos de maíz produciendo numerosos daños. La oruga mide alrededor de 4 cm, pasa el invierno en el interior de las cañas de maíz donde forman las crisálidas. Las mariposas aparecen en primavera depositando los huevos sobre las vainas de las hojas.

Pyrausta nubilalis: la oruga de este lepidóptero mide alrededor de 2 cm de longitud, cuyos daños se producen al consumir las hojas y excavar las cañas de maíz. La puesta de huevos se realiza en distintas zonas de la planta. Como método de lucha se recomienda realizar siembras tempranas para que esta plaga no se desarrolle, además del empleo de insecticidas.

2.7.6. Gusano elotero. *Helicoverpa zea*

El principal daño que ocasiona es la destrucción de los granos de la punta del elote, además; la excreta de las larvas favorece la entrada de microorganismos que causan un mayor daño en el elote.

Los adultos miden de 35 a 40 mm de longitud, las alas anteriores son de color pajizo a verdoso o café con marcas transversales más oscuras, las alas posteriores son pálidas, oscurecidas en los márgenes. Las larvas presentan coloración rosada, café claro o verde con rayas longitudinales amarillas o rojas, y puntos negros con cerdas.

2.8. Enfermedades

Una enfermedad es una fisiología anormal. Las enfermedades de las plantas pueden ser ocasionadas por patógenos o factores ambientales adversos que afectan la

síntesis, movimiento o la utilización de nutrientes y agua, afectando el aspecto y la producción de la planta hospedante (Rodríguez *et al.*, 2008).

2.8.1. Roya común. *Puccinia sorghi*

Suele aparecer cuando el maíz se acerca a la floración. La enfermedad de la roya se inicia en las hojas con una coloración amarilla visible en ambos lados de la hoja (haz y envés), que con el tiempo, se tornan de color rojizo-negruzco. Es reconocible debido a que alrededor de esta mancha se forma un círculo o halo de color verde o amarillo.

2.8.2. Carbón del maíz. *Ustilago maydis*

Ataca potencialmente todas las porciones de la planta, pero ocurre con más frecuencia en los elotes tiernos. Las plantas atacadas desarrollan malformaciones en la forma de agallas abultadas, en un principio de color gris pálido, pero que se oscurecen al aproximar la maduración, y que contienen en su interior esporas reproductivas en un tejido esponjoso de color negro. La difusión de dichas esporas es a través del viento, la lluvia, el agua de riego o por contacto.

2.9. Cosecha

El momento oportuno de cosecha ocurre cuando los estigmas se tornan a color marrón y se secan. Las hojas de envoltura aún siguen apretadas y tienen un buen aspecto verde. La apreciación de la madurez en maíz refleja el número promedio de días desde la plantación hasta la salida del 50% de los estigmas. Después de la polinización, las espigas en todos los maíces maduran de 19 a 21 días.

Se debe cosechar cuando el grano está en estado lechoso, que es cuando posee el mayor porcentaje de azúcar y agua. En esta instancia, los granos de maíz dulce común tienen un contenido de agua de 70 a 75% mientras que los granos de las variedades de maíz súper dulce contienen un contenido de agua de 77 a 78%.

Se realizan de 2 a 3 recolecciones en plantaciones sembradas el mismo día. En los híbridos no se realizan más de 2 recolecciones debido a la gran uniformidad de producción. Es importante cosechar bien temprano por la mañana aprovechando las temperaturas bajas del día (Barrón *et al*, 2013).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica del experimento

El trabajo se efectuó en la empresa AGRICULTORES EL FUERTE S.P.R. DE R.L. ubicado en la comunidad de La Lira, Pedro Escobedo, Querétaro; con una ubicación geográfica 20°27'50.3" LN, 100°10'08.5" LW y con una altitud de 1920 msnm; en un lote comercial de 425'300 m² (42.53 ha).

3.2. Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental fue completamente al azar con diferente número de repeticiones. Los tratamientos consistieron en híbridos de maíz dulce: Overland, GSS 1477 y GSS 1453 distribuidos por Syngenta.

Se realizaron muestreos de calidad para verificar que el producto obtenido contaba con las características deseadas, recolectando una determinada cantidad de elotes de las diferentes tablas productoras para así poder estimar el porcentaje de defectos (tallo largo, falta de grano y daño de plaga) de los diferentes híbridos utilizados y el rendimiento por hectárea.

Los datos fueron sujetos a un análisis de varianza (SAS 9.3), y la prueba de comparación de medias para Tukey ($p < 0.05$) para ordenar y separar estadísticamente las medias.

3.3. Variables de calidad

Al finalizar la cosecha del elote se realizaron diferentes muestreos para determinar la calidad del producto.

En cada muestreo se tomó de cada viaje, una cantidad indeterminada de elotes cosechados, para obtener el porcentaje de defectos de las repeticiones.

3.3.1. Tallo largo

Para estimar el porcentaje de tallo largo, se cortó el exceso de pedúnculo del elote, para después pesarlo en una báscula digital. Dependiendo del peso se obtenía un determinado porcentaje, posteriormente se comparó con el porcentaje permitido (10%) por la empresa, y así tomar una decisión para evitar que los niveles no se elevaran en exceso.

3.3.2. Falta de grano

Durante el muestreo de falta de grano, se quitaron las hojas que cubrían al elote para poder observar, si estaba completamente lleno o carecía de granos. Se cortó el extremo de la punta, para después pesarlo en una báscula digital y se obtenía el porcentaje comparándolo con el permitido por la empresa (10%).

3.3.3. Daño de plaga

Para el muestreo de daño de plaga, se quitaron las hojas que cubrían al elote para poder observar y cortar los daños por plaga, posteriormente se pesó en una báscula digital y de igual manera se obtenía el porcentaje del producto, comparándolo con el permitido por la empresa (10%).

3.4. Rendimiento de elote

El rendimiento del elote por hectárea se estimó en viajes obtenidos de cada repetición, pesándolos en básculas y así generando el peso neto del producto en kilogramos.

3.5. Material genético

Para este estudio se emplearon tres híbridos comerciales de maíz dulce, los cuales se mencionan a continuación:

3.5.1. Overland

El híbrido Overland es de ciclo largo (84 días) de alto rendimiento con una capacidad de adaptación a las distintas zonas productivas. Presenta una planta vigorosa con un amplio paquete de resistencias y destacada sanidad, el grano es color amarillo y muy dulce (Syngenta).

3.5.2. GSS 1477

Es de ciclo intermedio (79 días), procesador de buena planta, de alto rendimiento, excelente emergencia, buena cobertura de cáscara, productos de excelente calidad y sabor de alto rendimiento. Es para siembra temprana con resistencia a la roya (Syngenta).

3.5.3. GSS 1453

Es de ciclo largo, de alto rendimiento, cuenta con un amplio paquete de resistencia a enfermedades, con una buena cobertura de cáscara y protección, excelente calidad de dulzor aceptable tanto para conservas y congelados (Syngenta).

3.6. Preparación del terreno.

Se realizó un barbecho de 30 cm de profundidad para romper la capa de suelo compactado y exponer las plagas para que se eliminen con el efecto de las condiciones del clima. Después del barbecho se deja transcurrir un tiempo de 15 a 20 días que permita que los factores del clima tengan efecto sobre la superficie del suelo para que de esta manera se hagan más eficientes las labores de rastreo que puedan consistir en uno o dos pasos de rastra. Posteriormente se realiza una nivelación del terreno que facilita las labores posteriores del cultivo, para así aprovechar tanto el agua de lluvia como de riego y evitar encharcamientos. Una vez terminadas las labores anteriores se trazan los surcos, con una separación de 100 cm entre surcos.

3.7. Siembra

En la siembra se utilizaron los híbridos de tipo "súper dulce", Overland con superficie total de 40.88 ha con once repeticiones, GSS 1477 F1 con una superficie total de 0.80 ha con dos repeticiones y GSS 1453 con superficie total de 0.85 ha con una repetición. La fecha de siembra se realizó del 16 de mayo al 12 de junio del 2014.

La densidad de población fue de 100 mil plantas ha⁻¹, que consiste en la siembra a simple hilera, con una sembradora John Deere modelo 7200, con 10 semillas por metro lineal, a 4 cm de profundidad, en surcos separados a 1 m.

3.8. Riegos y fertilización

Los riegos se dieron periódicamente mediante riego por goteo, cada 7-8 días, manteniendo el suelo húmedo y de misma manera aportando los nutrientes necesarios para la planta, por medio de fertirriego se aplicó lo siguiente: Sulfonit (Sal de amonio NH₄(NO₃) 100 kg ha⁻¹, LibrelFeDP 0.50kg ha⁻¹, Sulfato de zinc 1.80 kg ha⁻¹ y Sulfato de magnesio 1.30kg ha⁻¹.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Cuadrados medios

Los cuadrados medios del análisis de varianza para las diferentes variables de calidad y rendimiento evaluadas durante el ciclo del cultivo de los híbridos GSS 1453, GSS 1477 y Overland se presentan en el Cuadro 2.

En general se observaron pocas variables con diferencias para los híbridos evaluados, las cuales son tallo largo y rendimiento. En el resto de las variables de calidad (falta de grano, daño por plaga y porcentaje total de defecto) no hubo diferencias, por lo cual se considera que solamente las características relacionadas con rendimiento y tallo largo, hacen distintivos a estos híbridos.

Para el factor tabla (repetición) se observaron diferencias significativas en todas las variables de calidad, siendo Falta de grano y Daño de plaga las que tuvieron diferencias del orden del 1%, mientras que el resto solo fueron al 5%.

Cuadro 2. Cuadrados medios para variables de calidad en tres híbridos de maíz dulce

FV	GI	Tallo largo (%)	Falta grano (%)	Dplaga (%)	Pdefecto (%)	gl	Rdto kg ha ⁻¹ (x 10 ³)
Híbrido	2	1.00 **	0.42	0.26	0.70	2	3.8 *
Tabla	10	0.58 *	0.88 **	1.16 **	2.03 *		
Error	20	0.21	0.24	0.28	0.81	11	3.1
Total	32					13	6.8
CV		17.47	34.67	41.35	16.98		25.67
Media		2.60	1.42	1.28	5.31		20613.9

*, **, Significativo al 5 y al 1%, respectivamente, Dplaga= Daño de plaga, Pdefecto= Peso total de defecto, Rdto kg ha⁻¹= Rendimiento en kilogramos por hectárea.

4.2. Prueba de Comparación de Medias

La calidad de maíz dulce para el mercado se evalúa de acuerdo a una apariencia fresca, filas de granos bien formadas y uniformes, y la ausencia de daños y defectos (descoloración, daño de cosecha, daño de gusanos, insectos vivos, granos podridos). Se tienen estándares adicionales de clasificación para la cubierta, la apariencia, el largo y otros indicadores de calidad de la mazorca (AGRICULTORES EL FUERTE S.P.R DE R.L, 2014, comunicación personal).

4.2.1. Tallo largo

Para esta variable, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los híbridos evaluados, donde los valores más altos no son favorables, ya que disminuye la calidad del producto y por lo tanto disminuye de igual manera el precio y

perjudica al productor, al tener un rendimiento neto menor al reportado para el peso total de la cosecha.

De los tres híbridos evaluados el GSS 1477 mostró el menor porcentaje de tallo largo considerándose una buena opción para producción teniendo el mejor resultado con 2.4%, mientras que los híbridos GSS 1453 y Overland generaron los porcentajes más elevados que se obtuvieron en los muestreos con 3.85% y 2.575%, de esta manera se redujo la calidad del producto (Figura 1).

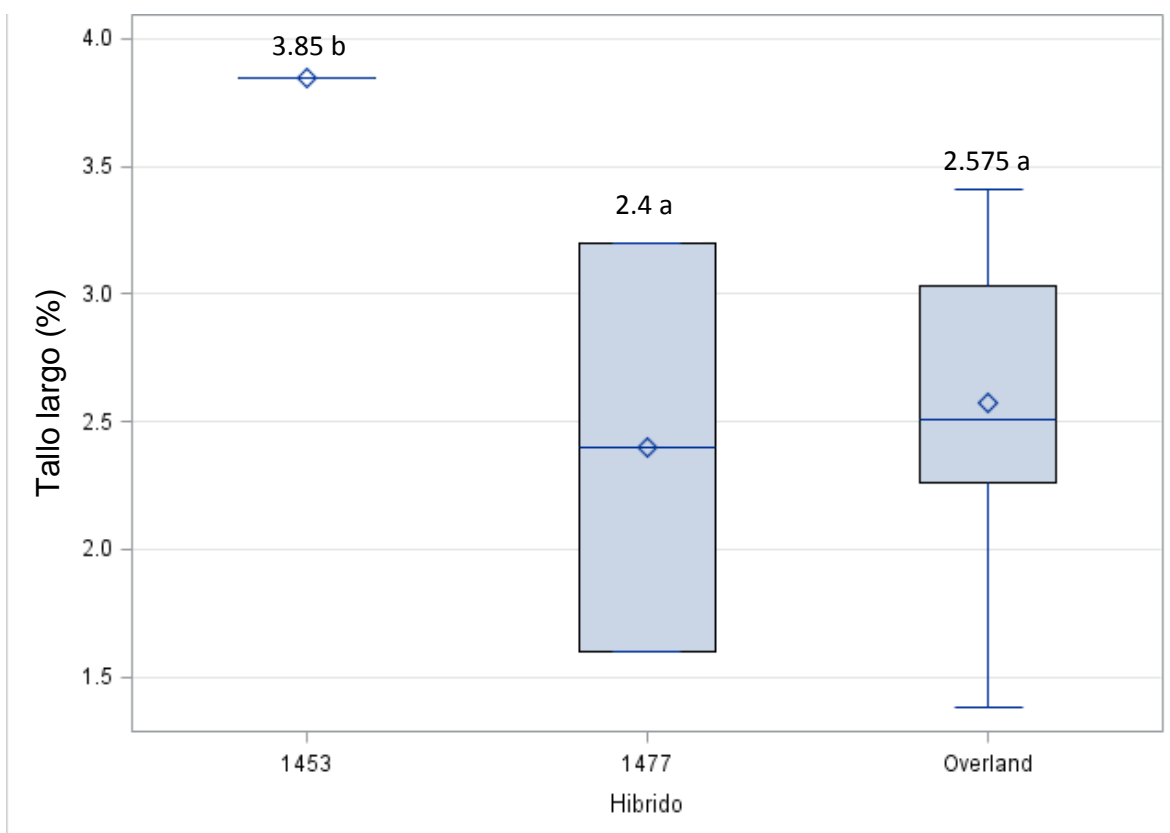


Figura 1. Promedio de tallo largo en el muestreo de tres híbridos del maíz dulce en el municipio de Pedro Escobedo, Querétaro 2014.

Sin embargo, estos porcentajes aún se consideran bajos, de acuerdo a los criterios de calidad que exige el mercado (AGRICULTORES EL FUERTE S.P.R DE R.L, 2014, comunicación personal).

4.2.2. Falta de grano

Un defecto que se observa con frecuencia es la falta de la formación de granos en la mazorca, especialmente en la parte superior de la misma. Esta problemática se observa cuando hay déficit hídrico en la etapa de polinización, debido a la escasa formación de polen viable.

A pesar de no haber diferencias significativas en los híbridos evaluados, el menor valor obtenido de falta de grano, fue para el híbrido GSS 1477 con 1.34%, siendo este híbrido la mejor opción en cuanto al llenado de grano de la mazorca, mientras que el híbrido Overland obtuvo un porcentaje de 1.425% y el híbrido GSS 1453 dio como resultado el más alto porcentaje con 1.49% siendo el más perjudicial para una buena producción y venta (Figura 2).

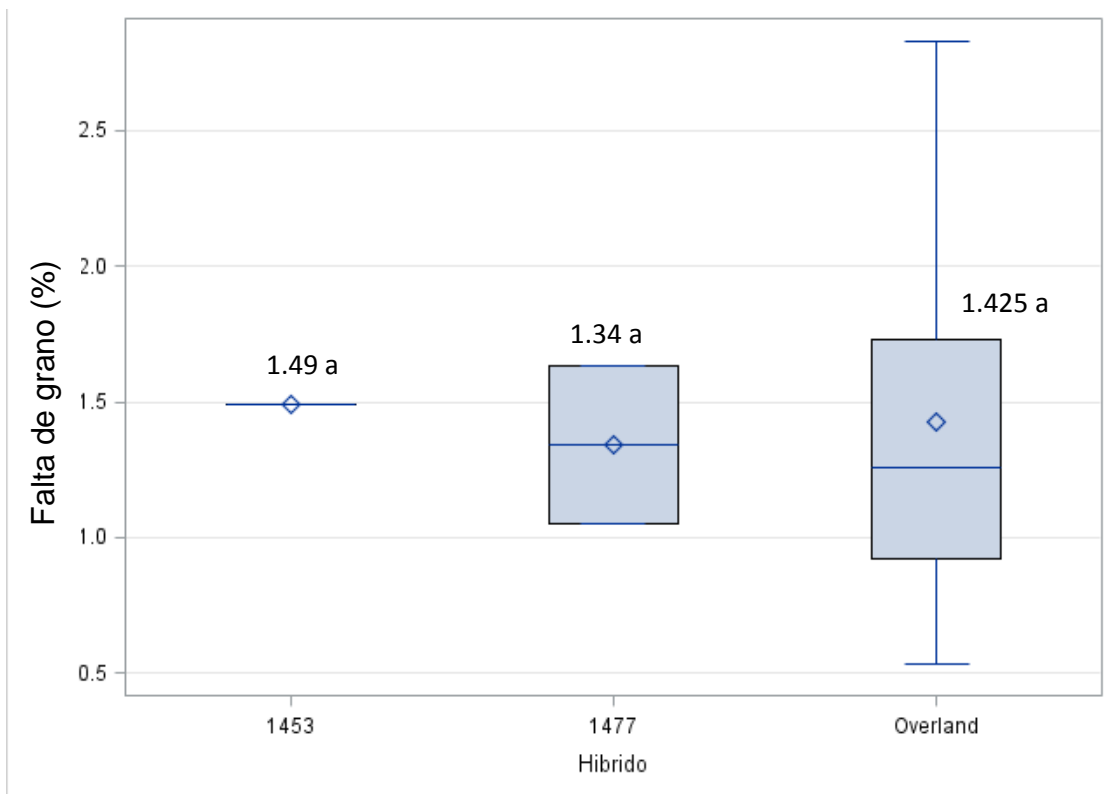


Figura 2. Promedio de falta de grano en el muestreo de tres híbridos del maíz dulce en el municipio de Pedro Escobedo, Querétaro 2014.

4.2.3. Daño de plaga

El principal problema detectado en la cosecha es referente a la presencia de insectos; la presencia de estos condiciona la venta del producto y muchas veces descarta su venta, al detectarlo el comprador.

En la Figura 3 se muestra que para los porcentajes de daños de plagas el híbrido Overland obtuvo el 1.231% siendo este el mejor resultado para esta variable, mientras que para los híbridos GSS 1453 y GSS 1477 los porcentajes fueron de 1.80% y 1.805%, disminuyendo la calidad y aumentando la probabilidad de rechazo del producto por estos daños.

Si el producto es para venta directa se rechazaría por el daño de las plagas debido al aspecto visual que tiene, mientras que para la industrialización el producto no es rechazado pero tiene grandes pérdidas debido al daño ya que las mazorcas no están llenas completamente y tienen daños de insectos, esto ocasiona una menor obtención de granos para enlatado.

Respecto a esta variable se puede mencionar que estos tres híbridos cumplen con los requisitos de calidad mínimos para una producción óptima, ya que aunque existe un margen de pérdidas, este se compensa por la producción obtenida de estos híbridos.

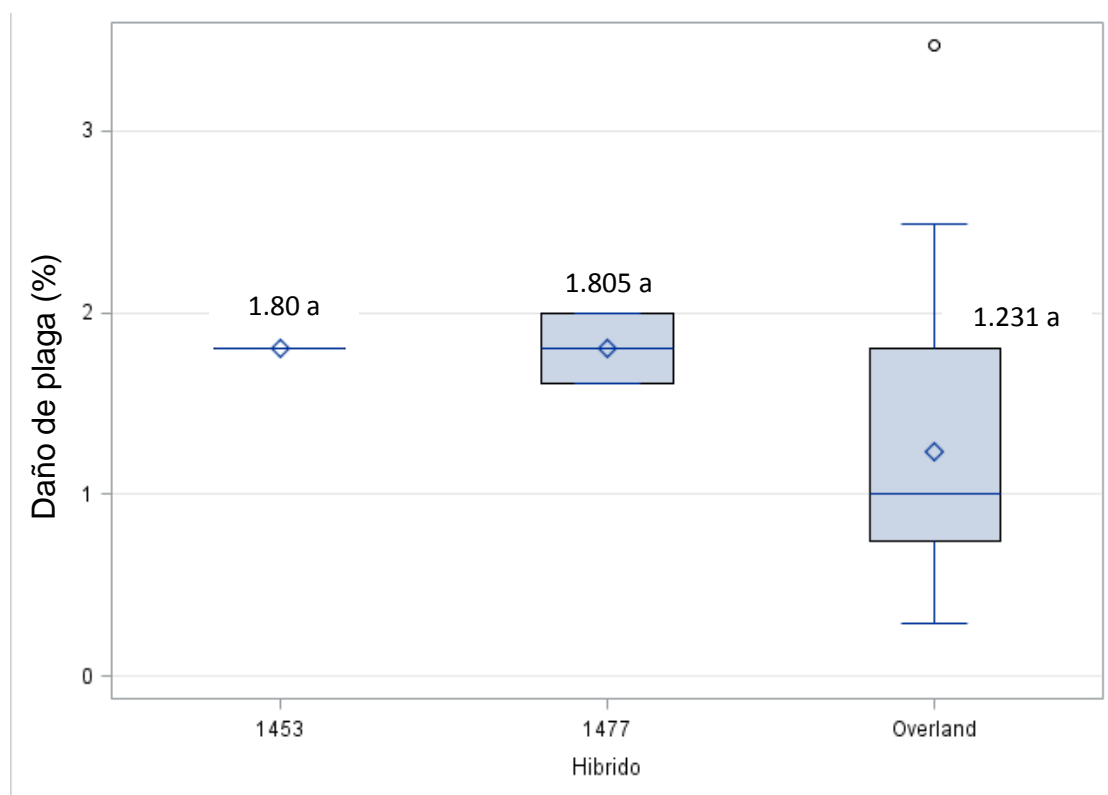


Figura 3. Promedio de daño de plaga en el muestro de tres híbridos de maíz dulce en el municipio de Pedro Escobedo, Querétaro 2014.

4.2.4. Peso total de defectos

Para la obtención de peso total de defectos se sumaron las variables Tallo largo, Falta de grano y Daño de plaga, de esta manera se obtuvieron los siguientes resultados: para el híbrido GSS 1453 el peso total de defectos fue de 7.14% siendo el más alto y menos favorable ya que puede generar un mayor peso correspondiente a rendimiento en peso bruto, para el porcentaje de peso total de defectos del híbrido GSS 1477 fue de 5.545%, mientras que el híbrido Overland obtuvo el porcentaje más bajo con 5.231% de peso total de defectos, y con ello resultados más favorables respecto al rendimiento considerándose buena opción para la producción (Figura 4).

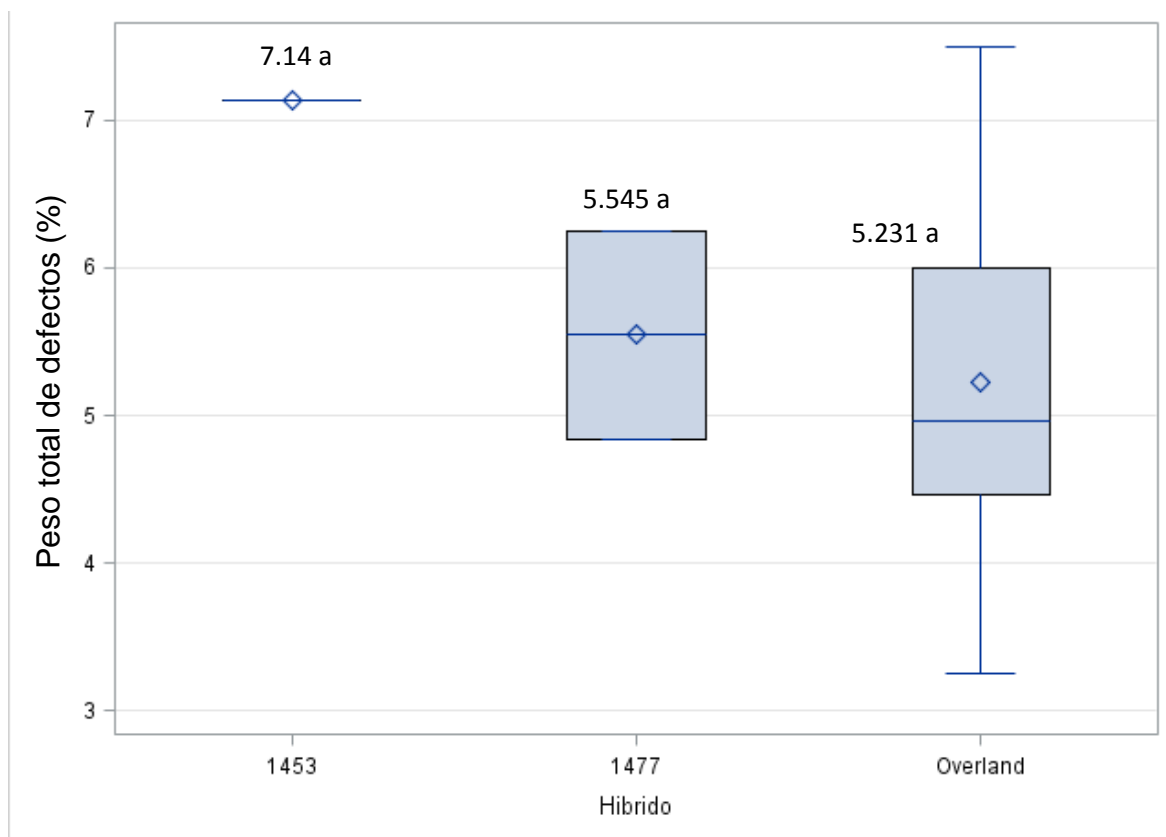


Figura 4. Promedio de peso total de defectos en el muestro de tres híbridos de maíz dulce en el municipio de Pedro Escobedo, Querétaro 2014.

4.2.5. Rendimiento ha⁻¹

En la Figura 5 se muestra que entre los híbridos evaluados existe una diferencia sumamente significativa en rendimiento donde solo el híbrido GSS 1477 presento los mejores resultados de rendimiento en peso bruto obteniendo 31 636.25 kg ha⁻¹, seguido del híbrido GSS 1453 con un peso bruto de 28 017.647 kg ha⁻¹, y por último el híbrido Overland obteniendo un peso de 17 936.75 kg ha⁻¹.

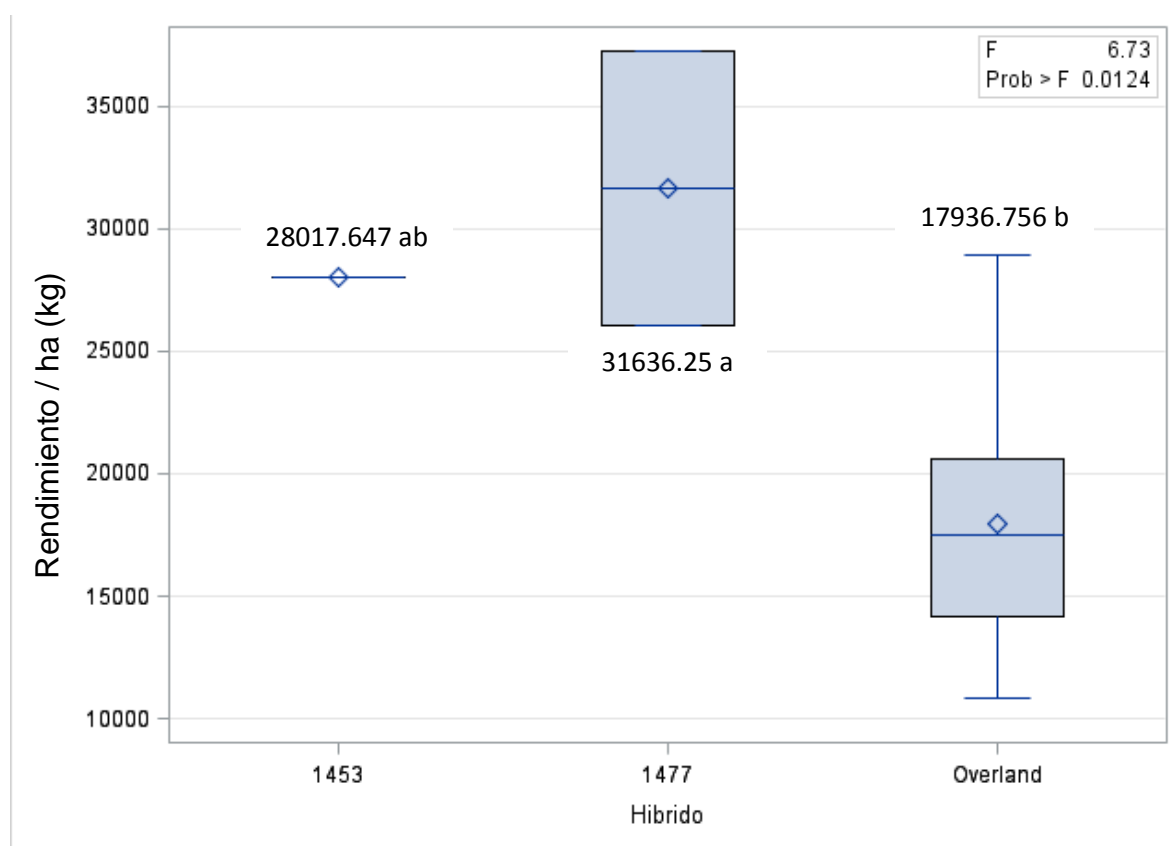


Figura 5. Promedio de rendimiento en el muestro de tres híbridos de maíz dulce en el municipio de Pedro Escobedo, Querétaro 2014.

Al considerar el peso neto (considerando las pérdidas por total de defectos), para el híbrido GSS 1477 presentó el mayor rendimiento con 29 882.019 kg ha⁻¹ en peso neto, siendo el mejor resultado que se obtuvo. Mientras que para el híbrido GSS 1453 el rendimiento fue menor con 26 017.187 kg ha⁻¹, y por último obteniendo los peores resultados se encuentra el híbrido Overland con un rendimiento de 16 998.484 kg ha⁻¹ en peso neto, siendo este híbrido el más empleado en la región.

V. CONCLUSIONES

Solo el híbrido GSS 1477 presento los mejores resultados de rendimiento que el híbrido Overland, mientras que el híbrido GSS 1453 presento un alto porcentaje del tallo largo o pedúnculo del elote, reduciendo la calidad de este en el mercado.

El menor valor obtenido de falta de grano, fue para el híbrido GSS 1477 siendo este híbrido la mejor opción en cuanto al llenado de grano de la mazorca que el híbrido Overland obtuvo y el híbrido GSS 1453 dio como resultado el más alto siendo el más perjudicial para una buena producción y venta, ya que las mazorcas no están llenas completamente, esto ocasiona una menor obtención de granos para la industrialización.

El híbrido Overland obtuvo mejor resultado para daño de plaga que para el híbrido GSS 1453, y el resultado menos favorable fue para el híbrido GSS 1477 disminuyendo la calidad y aumentando la probabilidad de rechazo del producto por estos daños.

A pesar de tener un alto porcentaje de peso total de defectos el híbrido GSS 1477 es una buena opción para su producción y utilización para elote industrializado, ya que el rendimiento obtenido es el doble que tiene el híbrido Overland utilizado tradicionalmente.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Barrón G.C., O. Livoretti, y J.F. Lozano. (2013). Mercado y manejo postcosecha de maíz dulce. Secretaria de mercado interior corporación del mercado central de Buenos Aires. Gerencia de calidad y tecnología. [En Línea] <http://www.mercadocentral.gob.ar/zip tecnicas/maizdulce.pdf> [Fecha de consulta: 16/10/14].
- Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria (COVECA). 2011. Monografía del Maíz. Gobierno del Estado de Veracruz. [En Línea] <http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/COVECAINICIO/IMAGENES/ARCHIVOSPDF/ARCHIVOSDIFUSION/TAB4003236/MONOGRAFIA%20MAIZ2011.PDF> [Fecha de consulta: 16/10/14].
- Di Benedetto L. A. 2005. Manejo de cultivos hortícolas: base erofisiológicas y tecnológicas. [En Línea] http://redbiblio.unne.edu.ar/pdf/0603-000118_1.pdf [Fecha de consulta: 27/11/14].
- Kehr M. E. 1993. Maíz Dulce en la IX Región: Las variedades con mejor rendimiento. Tecnología Practica Hortalizas Chile. [En Línea] <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR21120.pdf> [Fecha de consulta: 28/08/10 y 29/11/14].
- Luchsinger L. A. y Camilo. F. F. 2007. Cultivares de maíz dulce y su comportamiento frente a distintas fechas de siembra VI región. Chile. [En línea] http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34292008000200006&script=sci_arttext [Fecha de consulta: 11/09/14].
- Luchsinger L. A. y Camilo. F. F. 2008. Rendimiento de Maíz dulce y contenidos sólidos solubles. p. 21 – 29. [En Línea] <http://www.scielo.cl/pdf/idesia/v26n3/art03.pdf> [Fecha de consulta: 25/08/14].
- Matínez M. y Alarcon A. 2005. Manejo en la densidad de siembra y la fertilización nitrogenada para mejorar la productividad del maíz dulce. [En línea] http://www.revistapilquen.com.ar/Agronomia/Agro7/7_Martinez-Alarcon_Maiz.pdf [Fecha de consulta: 28/08/14 y 27/11/10].
- Ordás B., Romay C.M., Revilla P. 2007. Maíz Dulce ¿Por qué no? Industria Hortícola. p. 14 – 18. [En Línea] <http://digital.csic.es/bitstream/10261/45536/1/Ordas%20-%20Maiz%20dulce...pdf> [Fecha de consulta: 25/08/14 y 30/11/14].
- Otegui M. E. y M. López Pereira. 2003. Fecha de siembra. En: Satorre E.H., R.L. Benech, G.A. Slafer, E.B De la Fuente, D.J. Millares, M.E. Otegui y R. Savin. Producción de cultivos de grano: bases funcionales para su manejo. Ed. Facultad de Agronomía, U. B. A. p.259 – 275.
- Pearsons B. D., Mondeño, JR, De la Rosa, P. F., Kirchner, S. C., y Olmos U.A., 1991. Manuales para la educación agropecuaria Maíz. Área: producción Vegetal. Editorial Trillas, segunda edición, México. p. 9 – 51.

- Rodríguez M. R., De León C., Rodríguez B. L. A., y Marin J. A. 2008. Cultivo del Maíz: Temas selectos. Editorial Mundi – Prensa, primera edición, México S.A de C.V. p. 29 – 62.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2010. Maíz. Situación actual y perspectivas 1996 – 2010. [En Línea] http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaDerivada/ComercioExterior/Estudios/Perspectivas/maiz96-10.pdf [Fecha de consulta: 11/09/14 y 30/11/14].
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2012. Maíz. Situación actual y perspectivas 1996 – 2012. [En Línea] http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaDerivada/ComercioExterior/Estudios/Perspectivas/maiz96-12.pdf [Fecha de consulta: 30/11/14].
- University of California (UC Davis). 2013. Division of Agriculture and Natural Resources. Maíz dulce (elote): Recomendaciones para mantener la calidad postcosecha. [En Línea] http://postharvest.ucdavis.edu/Hortalizas/Ma%C3%ADz_Dulce_Elote/ [Fecha de consulta: 27/11/14 y 01/12/14].
- Vigliola, M.I. 1996. "Manual de Horticultura". Editorial Hemisferio Sur; pp 162 – 167.