



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

Rendimiento, adaptabilidad y estabilidad de seis híbridos comerciales y un experimental, de maíz amarillo (*Zea mays* L.) para Jalisco, México.

**Tesis
que para obtener el grado de**

**Maestro en Ciencias en Biosistemática y Manejo
de Recursos Naturales y Agrícolas**

**Presenta
Pedro Barrera Parga**

Zapopan, Jalisco

Diciembre de 2015



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

Rendimiento, adaptabilidad y estabilidad de seis híbridos comerciales y un experimental de maíz amarillo (*Zea mays* L.) para Jalisco, México.

Por
Pedro Barrera Parga

Maestría en Ciencias en Biosistemática y Manejo de Recursos
Naturales y Agrícolas

Aprobado por:



Dr. Lino De la Cruz Larios
Director de Tesis e integrante del jurado

03/12/2015
Fecha



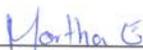
Dr. José de Jesús Sánchez González
Co-Director de Tesis e integrante del jurado

3/12/2015
Fecha



Dr. Fernando Santa Cruz Ruvalcaba
Asesor de tesis e integrante del jurado

3-Dic-2015
Fecha



Dra. Martha Escoto Delgadillo
Sinodal del Comité Particular e integrante del jurado

3/12/15
Fecha



Dr. Eduardo Rodríguez Guzmán
Sinodal del Comité Particular e integrante del jurado

3/12/2015
Fecha

DEDICATORIA

A mis padres, José Manuel Barrera Moreno†, y Martha Parga López, que con cariño, dedicación, comprensión y sacrificio me inculcaron el amor por el estudio.

A mi esposa Rebecca Danielle Strickland, por su apoyo incondicional, paciencia y amor.

A mi Hija Dakota, que es mi amor y su felicidad es el motor que me mueve día a día.

A todos mis amigos que me apoyaron en esta nueva etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Al CONACyT por apoyarme con beca económica para mis estudios de posgrado.

A la Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Occidente, Guadalajara por permitirme ser parte de su proyecto de investigación.

A la Universidad de Guadalajara en especial a la Maestría en Biosistemática y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas por brindarme la oportunidad de continuar con mi superación profesional.

Al Dr. Fidel Marques Sánchez† por sus valiosas aportaciones.

Al M.C. Juan Larios Romero, por el apoyo para la realización de esta investigación, enseñanzas y orientación.

Al M.C. Alfonso Inzunza Mascareño, por el apoyo y orientación en la investigación.

Al Dr. Lino de la Cruz Larios, por la dirección, revisión y corrección de la investigación.

Al Dr. José de Jesús Sánchez González, por su apoyo en los análisis estadísticos.

Al Ing. José Luis Jiménez Ramos por todas las facilidades, consejos, sugerencias y enseñanzas.

A los productores Juan Sandoval, Joaquín López, Roberto Castellanos, León Elizondo y Manuel González, que amablemente nos apoyaron con sus parcelas para que fuera posible la realización de este trabajo.

A mis compañeros Chapingüeros, Romina Peña, Héctor Macedo Jasso, Julián Mendoza y Alfredo Martínez por su valiosa colaboración en el procesamiento de las muestras.

A mis profesores, Dr. Lino de la Cruz Larios, M. C. José Pablo Torres Moran, Dr. José Ron Parra, Dra. Adriana Avendaño y al Dr. Ricardo Ramírez Romero, que gracias a sus enseñanzas hicieron posible la redacción de esta tesis.

A los Doctores, Martha Escoto Delgadillo, Fernando Santacruz Ruvalcaba y Eduardo Rodríguez Guzmán por sus correcciones y aportaciones.

3.2 Regiones de Estudio	26
3.2.1 Región Centro	26
3.2.2 Región Ciénega	26
3.2.3 Región Sur	27
3.3 Materiales utilizados	28
3.4 Parcelas tecnológicas	29
3.5 Manejo Agronómico	30
3.5.1 Parcela El Caporal	30
3.5.2 Parcela La Palma	31
3.5.3 Parcela El Sauz	31
3.5.4 Parcela La Nogalera	32
3.5.5 Parcela La Sábila	32
3.5.6 Variables de estudio	33
3.5.7 Materiales de campo	34
3.5.8 Muestreo de campo	34
3.6 Diseño experimental	36
3.7 Análisis estadístico.	36
3.7.1 Comparación de medias y diferencia mínima honesta de Tukey	36
3.7.2 Análisis de Interacción Genotipo X Ambiente (IGxA), y análisis de estabilidad	36
3.8 Análisis económico y rentabilidad en los sistemas de producción.	37
IV RESULTADOS	38
4.1 Análisis de varianza y comparación de medias por localidad	38
4.1.1 Parcela La Palma	38
4.1.2 Parcela El Caporal	40
4.1.3 Parcela El Sauz	41
4.1.4 Parcela La Nogalera	43
4.1.5 Parcela La Sábila	45
4.2 Análisis de varianza combinado	46
4.2.1 Análisis de las diferencias mediante Diferencia mínima honesta de Tukey (DSH).	47

4.3	Correlación de variables de estudio	49
4.4	Interacción Genotipo X Ambiente y Análisis de Estabilidad	49
4.4.1	Interacción genotipo x ambiente	49
4.4.2	Análisis de estabilidad	50
4.4.2.1	Eberhart and Russell	51
4.4.2.2	Índice de conveniencia (D_i) Hernández	51
4.4.2.3	Ecovalencia Wricke	51
4.4.2.4	Varianza de estabilidad de Shukla (σ^2_i).	51
4.4.2.5	Parámetro de superioridad (TOP) Fox	52
4.4.2.6	Nassar and Huehn S_i^3 y S_i^6	52
4.4.2.7	Suma de rangos (RS) de Kang	52
4.4.3	Correlación de Sperman	53
4.5	Análisis económico y rentabilidad en los sistemas de producción.	54
4.5.1	Región Centro	54
4.5.2	Región Ciénega	58
4.5.3	Región Sur	60
V	DISCUSIÓN	64
VI	CONCLUSIONES	68
VII	RECOMENDACIONES	69
VIII	BIBLIOGRAFÍA	70
	ANEXO	82

LISTA DE CUADROS	Página
Cuadro 1. Producción nacional de maíz, ciclo primavera verano 2014	6
Cuadro 2. Producción estatal de maíz 2014	7
Cuadro 3. Evolución de las importaciones de grano nivel nacional	7
Cuadro 4. Principales colaboradores en el programa de mejoramiento de maíz de la OEE	11
Cuadro 5. Maíces mejorados formados por regiones por la OEE (1943-1960)	12
Cuadro 6. Principales colaboradores en el mejoramiento de maíz en la OCE e IIA, SAG 1940-1960	13
Cuadro 7. Principales maíces mejorados formados por la OCE y el IIA, Periodo 1940-1960	13
Cuadro 8. Maíces mejorados obtenidos por el INIA (1960-1985)	15
Cuadro 9. Maíces mejorados formados por el INIFAP (1985-1996)	17
Cuadro 10. Maíces mejorados por INIFAP hasta 2012	17
Cuadro 11. Materiales evaluados	28
Cuadro 12. Productores cooperantes y ubicación de las parcelas	29
Cuadro 13. Tabla de abreviaciones de variables evaluadas	33
Cuadro 14. Análisis de varianza parcela La Palma	38
Cuadro 15. Comparación de medias de rendimiento y variables agronómicas por genotipo parcela La Palma	39
Cuadro 16. Análisis de varianza Parcela El Caporal	40
Cuadro 17. Comparación de medias de rendimiento y variables agronómicas por genotipo, parcela El Caporal	41
Cuadro 18. Análisis de varianza Parcela El Sauz	42
Cuadro 19. Comparación de medias de rendimiento y variables agronómicas por genotipo, parcela El Sauz	43
Cuadro 20. Análisis de varianza Parcela La Nogalera	43
Cuadro 21. Comparación de medias de rendimiento y variables agronómicas por genotipo, parcela La Nogalera	44
Cuadro 22. Análisis de varianza Parcela La Sábila	45

Cuadro 23. Comparación de medias de rendimiento y variables agronómicas por genotipo, parcela La Sábila	46
Cuadro 24. Cuadrados medios de las variables tomados del ANOVA	47
Cuadro 25. Comparación de medias de rendimiento entre ambientes	48
Cuadro 26. Promedios generales de los genotipos evaluados.	48
Cuadro 27. Matriz de correlación de Pearson	49
Cuadro 28. Análisis de varianza variable rendimiento	50
Cuadro 29 Análisis de varianza interacción genotipo ambiente	50
Cuadro 30. Modelos de estabilidad utilizados	50
Cuadro 31. Matriz de correlación de Spearman	53
Cuadro 32. Análisis de rentabilidad parcela La Palma	55
Cuadro 33. Análisis de rentabilidad parcela El Caporal	57
Cuadro 34 Análisis de rentabilidad parcela El Sauz	59
Cuadro 35. Análisis de rentabilidad La Nogalera	61
Cuadro 36. Análisis de rentabilidad La Sábila	62

LISTA DE CUADROS DEL ANEXO	Página
Cuadro A1. Análisis de Eberhart y Russell	82
Cuadro A2. Índice de conveniencia	82
Cuadro A3. Ecovalencia Wricke	82
Cuadro A4. Varianza de estabilidad	83
Cuadro A5. Rangos estratificados de Fox	83
Cuadro A6. Nassar and Huehn S_i^3 y S_i^6 .	83
Cuadro A7. Rangos de Kang (RS).	84
Cuadro A8. Análisis Financiero, Parcela El Caporal	84
Cuadro A9. Análisis Financiero parcela La Palma	85
Cuadro A10. Análisis Financiero, Parcela El Sauz	86
Cuadro A11. Análisis Financiero, Parcela La Nogalera	87
Cuadro A12. Análisis Financiero, Parcela La Sábila	88

LISTA DE FIGURAS	Página
Figura 1. Distribución de parcelas en el estado de Jalisco	28
Figura 2. Diagrama de distribución de una vitrina tecnológica	30
Figura 3. Segmento de muestreo	35
Figura 4. Sitios de muestreo dentro del segmento de muestreo	35
Figura 5. Grafico punto de equilibrio La Palma	56
Figura 6. Grafico punto de equilibrio El Caporal	57
Figura 7. Grafico punto de equilibrio El Sauz	59
Figura 8. Grafico punto de equilibrio La Nogalera	61
Figura 9. Grafico punto de equilibrio La Sábila	63

RESUMEN

El uso de semillas híbridas de maíz no es nada nuevo para la agricultura mexicana: estas han sido utilizadas desde el segundo tercio del siglo pasado y su uso continúa hasta la actualidad. Aunque se siembra principalmente maíz blanco para consumo humano en México, el grano de maíz amarillo es importado casi en su totalidad. El objetivo del presente trabajo fue determinar el potencial de rendimiento y adaptabilidad de seis híbridos comerciales de maíz amarillo y un experimental, así como la rentabilidad del cultivo en tres regiones del estado de Jalisco, esto con el fin de darle certeza a los productores interesados en la reconversión de cultivos excedentarios a cultivos deficitarios. Para el presente trabajo, la evaluación se llevó a cabo en las regiones Centro, Ciénega y Sur del estado, en cinco parcelas tecnológicas a nivel comercial, estas fueron establecidas en los municipios de Zapopan, Poncitlán, Gómez Farías y Pihuamo. Se realizaron análisis de varianza para cada uno de los ambientes de estudio y cada una de las variables agronómicas. Adicionalmente, se realizó la comparación de medias y diferencia mínima significativa honesta de Tukey, el análisis de interacción genotipo X ambiente (IGxA), y análisis de estabilidad para poder determinar cuál de los materiales era el mejor para cada una de las regiones. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas para la variable rendimiento de grano, encontrando que dos de los materiales evaluados Canguro y Tigre presentaron buena adaptabilidad y son consistentes en su rendimiento en diferentes ambientes. El material P-30F53 presentó adaptación a la región Ciénega y la región Sur, específicamente al municipio de Pihuamo. El análisis financiero demostró que es económicamente viable la producción de grano amarillo siempre y cuando se utilicen los materiales sobresalientes en cada una de las regiones.

ABSTRACT

The use of hybrid corn seeds is not new to Mexican agriculture; they have been used since the second third of the last century. Although white maize is grown in Mexico mainly for human consumption, grain yellow corn is almost entirely imported. The aim of this study was to determine the yield potential, adaptability and stability of six commercial and one experimental yellow corn hybrids, as well as the profitability of the crop in three regions of the state of Jalisco, to in turn aid producers. Evaluation was conducted in the Central, Ciénega and Southern regions of the state, on five commercial plots, specifically in the municipalities of Zapopan, Poncitlán, Gómez Farías and Pihuamo. Analysis of variance was performed for each of the places of study and each of the agronomic variables in order to detect differences in genotypes in each of the variables evaluated. Further comparison of means was performed with the Tukey test of honest significant. Finally, genotype X environment interaction (IGxA) was analyzed, and stability analysis was performed to determine which of the materials was best for each of the regions. Our results showed highly significant differences for grain yield variables, finding that two of the tested materials, Canguro and Tigre, had good adaptability and are consistent in their performance in different environments. P30F53 adapted to the Ciénega and the southern area of the municipality of Pihuamo specifically. In general, the financial analysis showed that production of long grain yellow corn is economically viable when the appropriate materials are used in each of the regions where research was performed.

I INTRODUCCIÓN

En México ningún otro cultivo tiene tanta importancia como el maíz, desde la perspectiva productiva, se ubica como el principal cultivo en comparación con el sorgo, trigo, cebada, arroz y avena, los cereales más cultivados en el territorio mexicano. Es el principal cultivo tanto por la superficie que se siembra como por el volumen de producción que se obtiene (Polanco y Flores, 2008). El maíz es el cultivo nacional por excelencia: se siembra en todos los estados, los climas y en todas las altitudes. Una de las variedades de maíz cultivadas en México es el maíz amarillo, este grano constituye la materia prima básica para diversas industrias. En la industria alimenticia es utilizado principalmente para la elaboración de aceite de maíz, almidón, edulcorantes como dextrosa, maltosa, fructosa, y harinas (Financiera Rural, 2011), jarabes mezcla que son jarabes de maíz obtenidos por conversión enzimática, con mediano contenido de fructuosa. Los jarabes se utilizan principalmente en frutas en conservas (almíbar), dulce de membrillo y mermeladas, mientras que los jarabes de maltosa se utilizan en la fabricación de dulces y cerveza. Los colorantes de caramelo son destinados a las bebidas de cola y a determinados alimentos y bebidas a los cuales confieren color. Las maltodextrinas se utilizan para una serie de ramas de la industria alimenticia aportando carbohidratos y realzando sabores. Las sémolas y cereales, (Alvarez, 2003, Kelly, 2001) son utilizados principalmente en bebidas gaseosas, alcohólicas, jugos, etc., todos con diversas aplicaciones, principalmente alimenticias (Hoffman & Baker, 2010).

En cuanto a la industria ganadera los principales subproductos que se obtienen a partir del maíz amarillo de la molienda húmeda son cuatro destinados a la industria de la alimentación pecuaria. Los extractos fermentados y condensados o licor macerado de maíz, (AGROASEMEX. 1996) son ampliamente utilizados en la alimentación de vacas lecheras, ganado de engorda, aves, cerdos y alimento de mascotas. La harina de gluten, es altamente proteínica, presenta un 60% de proteína, 2.5% de grasa y 1% de fibra, es una fuente de metionina y tiene altos niveles de xantofilas, lo que proporciona a las fórmulas para alimentación aviar un pigmento amarillo (Financiera Rural, 2011), que brindan un color deseable a la yema del huevo y a la piel de los pollos por su elevado contenido de carotenoides (INTA, 2010). Para el uso industrial el principal producto obtenido de la

molienda húmeda, es el almidón que después de ser modificado y secado, es comercializado en la industria del papel, cartón, textil, (Financiera Rural, 2011). A su vez el almidón es la materia prima principal para la producción de etanol o biodiesel, también se produce bioplásticos y anhídrido carbónico para gasificar bebidas o congelar (Hoffman & Baker, 2010., INTA, 2010).

Aunque el maíz amarillo es una fuente importante de materia prima para la elaboración de productos y subproductos, su producción nacional actual es insuficiente para abastecer la demanda interna. Hasta el año 2014 a nivel nacional fueron sembradas 235, 144 ha de maíz amarillo, mientras que a nivel estatal se tiene un registro de 80,012 ha del mismo cultivo lo que representa el 34% de la superficie total sembrada (SIAP 2015). En México es necesario promover la evaluación y siembra de híbridos de maíz amarillo con alto potencial de rendimiento ya que son necesarios para satisfacer la demanda en nuestro país, por tal motivo la presente investigación plantea los siguientes objetivos:

1.1 Objetivos

- A) Determinar el potencial de rendimiento, estabilidad y adaptabilidad de seis híbridos comerciales de maíz y un experimental para Jalisco.

- B) Conocer la rentabilidad de producir maíz amarillo en las diferentes regiones de evaluación

1.2 Hipótesis

Existen híbridos comerciales de maíz amarillo con buena estabilidad y adaptación que presentan mayores rendimientos de grano en los diferentes ambientes.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 La domesticación del maíz

Investigaciones arqueológicas realizadas en distintas partes del mundo han permitido identificar regiones en las cuales se ha encontrado los restos de plantas cultivadas más antiguos, dichas regiones son consideradas como probables centros de origen de la agricultura. Entre las regiones con restos de plantas más antiguos se tiene registrada hasta el momento, la zona conocida como Mesoamérica que abarca un amplio territorio, comprendido desde el norte de México, desde el río Panuco que discurre por los estados de Veracruz y Tamaulipas desembocando en la costa del Golfo de México, el río Sonora que desemboca en el Golfo de California, el río Lerma que nace en los manantiales de Almoloya del Río, en el Estado de México, atraviesa hacia el noroeste del Valle de Toluca, y desagua en el lago de Chapala. Incluye parte de Centro América pasando por el río Motagua que corre por Guatemala y Honduras, por Nicaragua principalmente por el lago Nicaragua hasta el golfo de Nicoya en Costa Rica, esta región ha sido considerada como uno de los centros más importantes de domesticación de plantas en el mundo debido a que las culturas asentadas en esta región geográfica, son consideradas como cultivadores superiores (Kirchhoff, 1960). Por lo cual se considera que en América, las primeras plantas cultivadas, encontradas en yacimientos arqueológicos presenta una antigüedad de unos 10000 años. Posterior a esto entre 8000 y 7000 años A.C. se crearon gran parte de los cultígenos de mayor importancia económica como el ají, oca, porotos, papa y maíz (Krapovickas, 2010).

Ya en 1868, Darwin reconocía, que las diferentes variedades de maíz pertenecían a la misma especie, que su origen era americano aunque afirmaba que aún no se conocía su ancestro silvestre y que su cultivo en las Américas era antiguo (Darwin, 1868; Chacón, 2009). Los estudios realizados por Piperno y Flannery (2001), proponen que la domesticación del maíz debió ocurrir hace aproximadamente 6,000 años, de acuerdo con análisis realizados mediante acelerador de espectrometría de masa para determinar la edad de mazorcas de maíz (*Zea mays* L.), encontradas en la Cueva de Guila' Naquitz en Oaxaca, México. Posteriormente el estudio de Matsuoka et al. (2002), mediante la utilización de

micro satélites, fechan la domesticación hace 9188 años, concluyendo que debido a que sus muestras pueden no contener descendientes de la población ancestral coinciden con los resultados obtenidos por Piperno y Flannery (2001), con la fecha de domesticación de 6,250 años antes del presente.

Buckler et al. (2006), proponen dos hipótesis en cuanto a las zonas de domesticación del maíz, el modelo de dispersión no adaptativo, el cual sugiere que si la domesticación comenzó hace 10,000 años, los primeros humanos pudieron haber encontrado el o los teosintles en tierras bajas de la cuenca del Balsas o la costa de Guerrero. Sin embargo, si la hipótesis adaptativa es correcta o si la domesticación se produjo en el Holoceno temprano, esta pudiera haberse llevado a cabo en regiones de elevación media de México, de acuerdo a sus análisis concluyen que *Zea mays ssp. mexicana* se dispersó de poblaciones orientales de la *ssp. parviglumis*. Dicha dispersión ocurrió durante el calentamiento temprano del holoceno, mientras que la evidencia del cloroplasto y la adaptación de *ssp mexicana* en el pleistoceno temprano sugieren divergencias alternativas claras. Piperno et al. (2009), dataron la domesticación del maíz 9,000 años antes del presente, en el holoceno temprano, mediante datación de carbono 14 realizado a material arqueológico y asociando este material a una muestra de maíz, por lo que el maíz por sí mismo no presentó fecha de datación, infiriendo, pero no demostrando que la fecha del maíz y la fecha del material asociado son los mismos. En base a estas investigaciones podemos observar que la domesticación del maíz se debió de llevar a cabo en el centro de México propiamente en la depresión del Balsas por lo menos hace 6,000 y no más de 9,000 años Antes del Presente (A.P.).

2.2 Importancia económica del maíz amarillo

De acuerdo a Donnet et al. (2012), desde la década de 1980, México se ha vuelto cada vez más dependiente de las importaciones de maíz amarillo, para alimentación animal y uso industrial. El déficit de este grano, ha provocado que en la última década se importen grandes volúmenes de grano del exterior, principalmente de Estados Unidos de Norteamérica, así por ejemplo en 2013 se importaron cerca de seis millones de toneladas de ese grano, siendo el promedio de los últimos cinco años de 8.5 millones de toneladas

anuales (Mariscal, 2014). Cifra que difiere con lo reportado por García (2014), quien señala hasta un promedio de 10 millones de toneladas anuales. Para solucionar el problema de desabasto de este grano actualmente se está promoviendo la reconversión de maíz blanco a maíz amarillo mediante el pago de incentivos promovidos por parte de SAGARPA (2014) hacia grupos de productores que estén interesados en adherirse a los esquemas de “Agricultura por Contrato”. Esta estrategia busca promover esquemas de conversión productiva, de cultivos excedentarios por cultivos deficitarios, con la finalidad de equilibrar el mercado para que se produzca lo que se consume en la misma región. Esta propuesta resulta benéfica para el estado de Jalisco, ya que a nivel nacional es considerado como un gran productor de maíz, con rangos de rendimiento variables de acuerdo a la zona de producción abarcando rangos bajos, medios y altos. En las regiones de alta productividad se utilizan ampliamente semillas híbridas.

No obstante ser uno de los principales productores de grano también es el principal consumidor ya que el 80 por ciento del mercado nacional se concentra en Jalisco, como ejemplo tan solo en el ciclo 2014 se contrataron 401 000 t de maíz amarillo en el estado (Mariscal 2014), debido al incremento constante en la producción de este grano, es necesario establecer ensayos en diferentes condiciones de producción para estimar el potencial de rendimiento y la estabilidad fenotípica de los diferentes genotipos disponibles y proveer una guía confiable para seleccionar los mejores (Rodríguez et al., 2005). No es suficiente solo con sembrar un material mejorado, debido a que en el proceso de mejoramiento, las semillas son sometidas a pruebas ricas en nutrientes y ambientes muy específicos, sin embargo, cuando las semillas son liberadas, estas se siembran bajo diferentes condiciones de manejo. Esto hace que al sembrarse en ambientes diferentes, su rendimiento varíe, como respuestas de los genotipos a las variadas condiciones ambientales, estas variaciones son conocidas como interacción genotipo x ambiente, inconsistencia del comportamiento ó estabilidad fenotípica. Para evaluar el comportamiento agronómico de estos genotipos es necesario medir la estabilidad relativa de los genotipos sometidos a la totalidad de los ambientes predominantes en una región potencial de adaptación (Rodríguez et al., 2011).

Aunque la producción de este grano se ha ido incrementando año con año de acuerdo a la Subsecretaria de Fomento a los Agronegocios (SFA, 2011), el maíz blanco

cuenta con una producción nacional que satisface la demanda total interna e inclusive, genera un superávit, mientras que el mercado del maíz amarillo registra un déficit. De acuerdo al Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2015), la producción nacional total de maíz para el ciclo PV 2014 se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Producción nacional de maíz, ciclo primavera verano 2014

Cultivo Variedad	S.S.ha	S.C.ha	S.Sn.ha	Prod. t.	Ren.t/ha	\$/t	V. P.
Forrajero en verde	439,694	413,399	26,295	7,221,300	17.47	505	3,647,837
Grano amarillo	235,144	220,166	14,978	756,622	3.44	2,992	2,264,300
Grano Blanco	5,403,910	5,099,611	304,299	11,761,963	2.31	3,162	37,198,457
Grano de color	54,173	50,150	4,023	67,208	1.34	3,031	203,728
Grano pozolero	7,849	7,849	0	35,607	4.54	4,140	147,422

S.S.ha: superficie sembrada en hectáreas, S.C.ha: superficie cosechada en hectáreas, S.Sn.ha: superficie siniestrada en hectáreas, Prod.t: Produccion total en toneladas, Ren.t/ha: rendimiento tonelada por hectárea, \$/t: precio por tonelada, V.P: valor de la producción. Fuente: SIAP, 2015.

En cuanto a la producción de maíz amarillo en el estado de Jalisco, para la misma temporada fue de tan solo de 168, 059. 30 toneladas, tan solo el 5.3% de la cosecha estatal, ya que esta alcanzo los 3, 147. 950 de toneladas (Cuadro 2), resultando con esto en una producción estatal de grano amarillo insuficiente para satisfacer las necesidades del sector industrial y agropecuario.

Cuadro 2. Producción estatal de maíz ciclo primavera verano 2014

Cultivo	S.S.ha	S.C.ha	S.Sn.ha	Prod. t	Ren.t/ha	\$/t	V. P.
Forrajero en verde	163,399	158,128	5,271	3,509,911	22.2	506	1,778,915
Grano amarillo	80,012	79,572	440	537,158	6.75	2,868	1,541,053
Grano blanco	420,415	418,155	2,260	2,629,934	6.29	2,799	7,361,840
Grano de color	2,030	2,030	0	913.5	0.45	4,000	3,654

S.S.ha: superficie sembrada en hectáreas, S.C.ha: superficie cosechada en hectáreas, S.Sn.ha: superficie siniestrada en hectáreas, Prod.t: Producción total en toneladas, Ren.t/ha: rendimiento tonelada por hectárea, \$/t: precio por tonelada en pesos mexicanos, V.P: valor de la producción en pesos mexicanos. Fuente: SIAP, 2015.

De acuerdo a la Subsecretaría de Alimentación y Competitividad, Dirección General de Logística y Alimentación (SAC, 2012), perteneciente a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación SAGARPA, las importaciones de grano amarillo se han venido comportando de la siguiente manera (Cuadro 3).

Cuadro 3. Evolución de las importaciones de grano de maíz amarillo

Producto	Enero-Diciembre 2009		Enero-Diciembre 2010		Enero-Diciembre 2011		Enero-Diciembre 2012	
	Valor	Volumen	Valor	Volumen	Valor	Volumen	Valor	Volumen
Maíz amarillo	1,345,110	7,044,747	1,408,931	7,270,912	2,414,332	7,944,130	2,434,617	8,099,867
	Var. % 2010/2009		Var. % 2011/2010		Var. % 2012/2011			
	En		En		En			
	En Valor	Volumen						
	4.7%	3.2%	71.4%	9.3%	0.8%	2.0%		

Valores en miles de dólares americanos y volumen en toneladas, Fuente SAC 2012.

Debido a que la agricultura sigue siendo el motor del crecimiento y desarrollo rural, razón por la cual la productividad es un factor determinante para satisfacer la creciente demanda de alimento, (Osorio et al., 2012), además de no existir información regional sobre el comportamiento productivo y adaptabilidad de híbridos de maíz amarillo, resulta necesario un estudio que aborde estos temas.

2.3 Historia del mejoramiento genético tradicional el caso del maíz

Desde tiempos prehispánicos, el maíz ha formado parte de nuestra alimentación, y de nuestra cultura, la calidad del maíz (*Zea mays* L.) ha sido el principal criterio de selección utilizado por nuestros antepasados, evolucionando mediante la selección de variedades que presentaban mejor calidad de grano, generando con el tiempo variedades cada vez más productivas. Fueron los indígenas mexicanos quienes hicieron evolucionar al maíz, sembrando las variedades derivadas, es decir las variedades nativas o criollas. Con la formación de las razas obtenidas y con los cruzamientos interraciales se dio origen a las razas modernas, de las cuales se han obtenido los híbridos actuales de muy altos rendimientos (Márquez, 2008). Entre los materiales mejorados disponibles actualmente encontramos, híbridos de cruce simple, híbridos trilineales, híbridos de cruces dobles, variedades sintéticas e híbridos varietales y variedades de polinización libre (Espinosa, et al. 2002). Gran parte de la diversidad genética del maíz (*Zea mays* L.) está concentrada en el continente Americano y principalmente en México (Figuroa et al., 2013). Las variedades o especies vegetales cultivadas en el presente son el resultado de la domesticación realizada a lo largo de los siglos por el hombre a partir del estado silvestre de dichas especies. Esta domesticación se originó mediante la selección recurrente de poblaciones de plantas con características deseadas y su manejo agrícola en diferentes ambientes, este proceso pudo estar favorecido o limitado por el sistema de reproducción y por la constitución genética de las plantas (Zizumbo y García, 2008). Dicha selección se ha venido llevando a cabo desde el origen de la agricultura hace aproximadamente 10,000 años, el incremento en rendimiento y resistencia a plagas han sido posibles gracias a la selección de los caracteres deseados y el intercambio y recombinación de genes. El mejoramiento de los cultivos la selección y endocría de poblaciones preexistentes para obtener nuevas variedades o cultivares mejores y uniformes, produciendo variabilidad por medio de cruzamientos entre razas y especies diferentes, aplicando nuevamente la selección y la endocría sobre estos híbridos (Krapovickas, 2010).

Para entender el concepto de mejoramiento genético o genotecnia comenzaremos con citar los trabajos realizados por diversos investigadores del viejo continente a partir del siglo XVII. Comenzaremos por citar uno de los primeros trabajos de investigación

realizado por el botánico alemán Rudolf Jakob Camerarius (1694), quien gracias a su trabajo de investigación titulado *De Sexu Plantarum Epistola* se le acredita el descubrimiento del sexo en las plantas con flor, así como la hibridación mediante la cruce de una planta femenina de una especie, con una planta masculina diferente de la misma especie. Ya para finales del siglo XVIII hasta mediados del siglo XIX, se tiene registro de más de 4,000 académicos notables en los que se incluyen botánicos especialistas y no especialistas (aficionados), incluyendo las disciplinas de agronomía y fisiología vegetal. Gracias a los trabajos de estos investigadores se sentaron las bases de los que actualmente conocemos como mejoramiento genético vegetal o genotecnia (Sigrist & Widmer, 2011), En 1866, Mendel publica “*Experimentos sobre hibridación de plantas*” (*Versuche über Pflanzenhybriden*) en cuyo trabajo se asientan las leyes de la herencia actualmente conocidas como leyes de Mendel. 1ª. Ley de la segregación: Los alelos para un mismo gen segregan en forma independiente uno del otro durante la formación de gametos. 2ª. Ley de la distribución independiente: los alelos de los genes diferentes se transmiten o pasan a los gametos independientemente. Posteriormente en 1876 Darwin escribe “La naturaleza nos dice de la manera más enfática que aborrece a perpetuidad la autofecundación” concluyendo que la endogamia es deletérea y la fertilización cruzada es benéfica, así mismo en este trabajo trata sobre diversos medios que favorecen o determinan la fertilización cruzada de las plantas y beneficios derivados de la fertilización cruzada. En el año de 1900 el holandés Hugo de Vries mediante su trabajo Ley de segregación de híbridos “*Sur la loi de disjonction des hybrides*” establece la ley de segregación de híbridos, concernientes a los caracteres específicos, considerándolos como unidades diferentes, y de esta manera confirmando las leyes de la herencia de Mendel.

En 1908, el matemático inglés Hardy G. H., y el físico alemán Weinberg Wilhelm, establecieron la ahora denominada Ley de Hardy-Weinberg trabajando de forma independiente, este postulado establece que cuando factores externos como la selección natural, migraciones o mutaciones no actúan sobre una población, esta permanecerá en equilibrio genético de generación en generación. Para que se cumpla esta ley los organismos pertenecientes a una población deberán reproducirse sexualmente entre sí mediante fecundación cruzada, sin recombinación genética. A principios de 1908, George Harrison Shull, publicó el artículo titulado “La composición de un campo de maíz” (“The

composition of a field of maize”), en dicho artículo informó que las líneas puras de maíz mostraron deterioro general en el rendimiento y vigor, pero que los híbridos entre dos líneas puras lo recuperan de inmediato y por completo, en muchos casos superando en rendimiento a las variedades de los que proceden, presentando una uniformidad muy deseable. En un trabajo posterior el mismo autor (A pure line method of corn breeding, 1909), describió los procedimientos que luego se convirtieron en norma en los programas de mejoramiento de maíz (Crow, 1998). Al mismo tiempo, E. M. East realizó experimentos similares en Connecticut State College, en su estudio, “The distinction between development and heredity in inbreeding” (1909) menciona que la cruce entre individuos estrechamente relacionados son por lo general más vigorosos que cualquiera de los padres provenientes de especies cruzadas de forma natural, además reconoce los efectos deletéreos de la endogamia, señalando que los efectos son más evidentes en plantas de polinización abierta como el maíz, y cuando las cepas híbridas son aisladas por endogamia la reducción en el vigor se manifiesta inmediatamente. En 1914 Shull, G. H, en su trabajo titulado “Duplicate Genes For Capsule Form In *Bursa bursa pastoris*”, propone el término Heterosis como sinónimo de heteróticos y contracción de los términos comúnmente utilizados por diversos investigadores como: “Estimulo de heterocigosis”, “Estimulación heterótica”, “Efectos estimulantes de la hibridación” o “vigor híbrido”.

Mientras los trabajos de investigación continuaban en el mundo, en México se daban los primeros pasos en cuanto a investigación agrícola se refiere, así en el año de 1930, comenzó a operar la Sección de Campos Agrícolas Experimentales de la Dirección de Agricultura (Fernández y Picado, 2013). Para finales de esta década se comienza con los primeros trabajos oficiales de mejoramiento realizados en la Estación Experimental Agrícola Central y en la Escuela Nacional de Agricultura y Medicina Veterinaria ubicadas en San Jacinto D.F., (Ángeles, 2000). En el año de 1932 se Promulga la Ley de Asociaciones Agrícolas, la cual en su Artículo 3 establece que las asociaciones agrícolas constituidas en los términos de esta Ley, tendrán las siguientes finalidades: Párrafo I: Organizar la producción agrícola dentro de normas racionales que ayuden a mejorar la calidad de los productos, así como a la mejor distribución de ellos, para lo cual se procurará la implantación de métodos científicos más adecuados de explotación agrícola. En el año de 1940 son integrados los campos agrícolas experimentales en la Oficina de Campos

Experimentales (OCE) por la Secretaria de Agricultura y Fomento, (Ángeles, 2000). A partir de este año se experimenta una gran expansión en investigación en nuestro país con el auspicio del gobierno de Manuel Ávila Camacho y la Fundación Rockefeller, (Gaona y Barahona, 2001). Así para el año de 1943 se crea la Oficina de Estudios Especiales OEE, convenida entre la Secretaría de Agricultura y Fomento y la Fundación Rockefeller, (Herrera, 2013). Oficina dedicada a la investigación sobre cultivos básicos para la alimentación, con apoyo de científicos de los Estados Unidos de Norteamérica establecidos en México a través de proyectos de cooperación bilateral, con el objeto de modernizar la investigación agrícola y formar recursos humanos, (COLPOS, 2014), esta oficina fue dirigida a lo largo de toda su existencia por investigadores norteamericanos (Gaona & Barahona, 2001). Entre los que encontramos al Dr. Edwin J. Wellhausen, quien fungiera como director de esta Oficina y su equipo de colaboradores (Cuadro 4).

Cuadro 4. Principales colaboradores en el programa de mejoramiento de maíz de la Oficina de Estudios Especiales.

Directores y jefes		Investigadores	
Dr. Edwin J. Wellhausen	Ing. Efraín Hernández X.	Ing. Jesús Neve	Ing. Pedro Montellano
Dr. D. Osler	Ing. Lauro Bucio	Ing. Gabino de Alba	Ing. Rogelio Espinosa
Dr. Elmer C. Johnson	Ing. Pedro Reyes	Ing. Fidel Márquez	Ing. José Martínez
Dr. L. Roberts	Ing. Atanasio Cuevas	Ing. José Molina	Ing. Carlos Aguirre
Dr. Sterling Wortman	Ing. Noé Corzo	Ing. Joaquín Ortiz	Ing. Humberto Cárdenas
	Ing. Adán Alvarado	Ing. Oscar Cota	Ing. Carlos Vargas
	Ing. Neftalí Bautista	Ing. Aquiles Carballo	Ing. Alberto San Vicente
	Ing. Alfredo Carballo	Ing. Abel Muñoz	Ing. F. Hernández
	Ing. Hermilo H. Ángeles	Ing. Mario Castro	Ing. Ing. Amador Terán
	Ing. Facundo Barrientos	Ing. Raúl Palacios	Ing. Humberto Rosado
	Ing. Ramón Covarrubias	Ing. Miguel Monroy	Ing. Félix Agramont
	Ing. Gilberto Palacios		

Tomado de Ángeles, 2000.

El programa de investigación de la OEE incluía el Programa de Mejoramiento de los Maíces Tropicales (Reyes, 2000), en este programa se consideró la amplia gama de variación genética existente en México en forma de variedades seleccionadas (Ángeles,

2000), el resultado de estas investigaciones fue el desarrollo de nuevas variedades sintéticas e híbridas de maíz (Gaona y Barahona, 2001). Ya para 1948 se habían distribuido 28 variedades mejoradas de maíz de las cuales, cuatro eran de polinización libre, ocho sintéticas y dieciséis híbridos, (Carrol, 2013). Llegando a formar un total de 44 maíces mejorados para 1960, Cuadro 5.

Cuadro 5. Maíces mejorados formados por regiones por la Oficina de Estudios Especiales (1943-1960)

Valles Altos	Bajío y regiones intermedias		Trópico seco	Trópico húmedo
V-7 (V-107)	H-1	H-220	V-401	V-520
V-10 (V-105)	H-2	H-230	V-402	V-520C
V-21	H-5	H-301	V-403	VS-550
VS-101	H-23	H-303	V-410	VS-550 ^a
VS-123	H-24	H-305	VS-411	VS-511
V-30 (V-130)	H-102	H-307		H-501
	H-120	H-309		H-502
	H-125	H-310		H-503
	H-125 ^a	V-216		H-504
	H-126	V-221		H-505
	H-127			H-506
	H-215			

V; variedad, H; híbrido, VS; variedad sintética, Tomado de Ángeles, 2000

En el año de 1957, el Ing. Palacios de la Rosa, encargado del Programa de Maíz de la mesa central, descubre en un germoplasma de Michoacán (Michoacan-21) el carácter de latencia, uno de los complejos de la resistencia a sequía, esta observación fue el inicio de varias líneas de investigación, siendo utilizado frecuentemente en estudios a nivel internacional (Ángeles, 2000). En el año de 1947, la Oficina de Campos Experimentales (OCE) dependiente de la Secretaria de Agricultura y Ganadería se transforma en el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA) (Herrera 2013), con el objetivo de formalizar los trabajos de investigación y dar continuidad a los trabajos en maíz realizados por la OCE (Ángeles, 2000), esta dependencia estuvo a cargo del Ingeniero Edmundo Taboada

Ramírez, quien junto con sus colaboradores (Cuadro 6) se dedicó a producir variedades estabilizadas (VE) de maíz mediante cruces A x B (Gaona y Barahona, 2001 y Muñoz, 2000) entre otras (Cuadro 7). El Ing. Taboada consideraba que el maíz híbrido no era la respuesta a la problemática del campo mexicano, en cambio las semillas de las VE no requerían comprarse año con año ya que podían ser almacenadas y eran más adaptables a la siembra de temporal lo que las hacía las semillas ideales para los agricultores de escasos recursos (Ángeles, 2000).

Cuadro 6. Principales colaboradores en el mejoramiento de maíz en la OCE y IIA, SAG 1940-1960

Zona	Nombre
Director IIA	Ing. Edmundo Taboada Ramírez
Oficinas centrales	Ings. Damián Correu T. y Francisco Alcántara
Bajío	Ings. Eduardo Limón, Sebastián Chanes
Valles Altos – Mesa Central	Ings. Antonio Mosqueda L., Salvador Chávez y José Pérez
Norte Centro	Ings. Alberto Vega L., José Andrade A., Rodolfo Moreno G.
Trópico – Golfo y Pacífico Sur	Ings. Manuel López D., Raúl Robles S., Sabino Vázquez, Saturnino Martínez, Eustacio Zerpa H., Ángel González R. Ing. Jorge Soto R.

Tomado de Ángeles, 2000

Cuadro 7. Principales maíces mejorados formados por la OCE y el IIA periodo 1940-1960

Valles Altos: Mesa Central y transición (1800-2600 msnm)	Bajío y regiones semiáridas del nortecentro (1500-1800 msnm)	Tropico seco y húmedo (hasta 1500 msnm)
Chapingo I	L-II (Celaya II)	Lera I
Chapingo II	Briseñas I	Llera III
Q.-I	Bolita 422	Costeño
VE.QI	Guanajuato 21	Costeño H- 52
Hidalgo /	Jalisco 35	Costeño H-52 D
	VE- Leca 56	Costeño H-264
	VE- Leca 58	VE- Costeño III
	VE- Cafime	VE- Iguala V
	VE- Leca 207	VE- Iguala VI
	VE- Leca 399	VEI- 1180
	VE- La Barca	Papaloapan I
	VE- Chapala I	
	Bajío H-22	
	Temporal H- 58	

Tomado de Ángeles, 2000

Este mismo año (1947) mediante decreto presidencial se crea la Comisión del Maíz, para 1949 es elevada a Comisión Nacional del Maíz, las principales funciones de estas comisiones fueron las de extensión, divulgación y producción comercial de maíz para proyectar socialmente los logros de la investigación (Reyes, 2000). En este mismo año inician los trabajos de evaluación de los materiales colectados en México y diferentes países con condiciones climáticas semejantes al trópico mexicano, del resultado de estos trabajos se selecciono una de las mejores variedades, conocida comercialmente como Rocamex V-520, siendo uno de los primeros maíces mejorados liberados, aunque el programa de maíces blancos era prioritario, se desarrollo un programa de mejoramiento de maíces amarillos paralelo a este, de este programa se obtuvo una variedad conocida comercialmente como VS-550 con características de precocidad y resistencia a la sequia y enfermedades, posteriormente se liberaron por lo menos otros 39 maíces sobresalientes entre variedades e híbridos (Reyes, 2000). Ambas instituciones OEE e IIA, utilizaron la genética principalmente para la obtención de líneas puras de las variedades nativas, la formación de nuevas variedades mediante la hibridación y el mejoramiento mediante hibridación de las variedades creadas de otras variedades nativas ya existentes o de variedades importadas (Gaona y Barahona, 2001). En 1960 la Secretaria de Agricultura y Ganadería establece el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) al fusionarse la Oficina de Estudios Especiales y el Instituto de Investigaciones Agrícolas fungiendo como primer director de esta nueva dependencia el Dr. Rodolfo Peregrina Robles, quien continuó con el sistema de trabajo y la organización científica de la OEE. Esta institución contaba con un amplio grupo de investigadores involucrados en los programas de mejoramiento de maíz en las diferentes regiones del país mismas que comprenden Valles Altos, Bajío y regiones intermedias, trópico seco y trópico húmedo, los proyectos de investigación dirigidos por el INIA dieron como resultado la formación de 73 maíces mejorados de los cuales 41 fueron variedades y 32 híbridos, Cuadro 8 (Reyes, 2000).

Cuadro 8. Maíces mejorados obtenidos por el INIA (1960-1985)

Variedades		Híbridos		
V- 7 (V- 107)	V-520	H-1	H-127	H-501
V- 10 (V-105)	V-520C	H-2	H-215	H-502
V- 21	VS- 101	H-5	H-220	H-503
V-30 (V-130)	VS-123	H-23	H-230	H-504
V-216	VS-411	H-24	H-301	H-505
V-221	VS-550	H-102	H-303	H-506
V-401	VS-550 ^a	H-120	H-305	
V-402	VS-511	H-125	H-307	
V-403		H-125 ^a	H-309	
V-410		H-126	H-310	

Tomado de Ángeles, (2000)

El 14 de abril de 1961, se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la Ley Sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas, cuyo objetivo fue regular, conforme al artículo 27 constitucional, el fomento de la agricultura mediante la producción beneficio, registro, certificación, distribución, comercio y utilización de semillas de variedades de plantas útiles al hombre. El artículo 5 de la ley establecía que para la realización de sus fines fue creado el Sistema Nacional de Producción, Certificación y Comercio de Semillas, integrado, entre otros organismos, por PRONASE como un organismo público descentralizado, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propio, cuya misión es impulsar oficialmente la producción y utilización de semillas certificadas de variedades de plantas mejoradas. Con este objetivo le fueron asignados los activos y pasivos de la Comisión Nacional del Maíz, (ASF, 2005) Este organismo era el encargado de producir y comercializar las variedades de semilla que más demanda tenían por parte de los productores, llegando a operar 40 plantas de producción y a tener presencia comercial en 2,170 plazas agrícolas en 1982. Su máximo histórico de producción alcanzada fue de 216, 000 t (SIL, 2002). Hasta el año 2000 gracias a la producción de esta dependencia se cubrió entre el 55 y 60 por ciento del mercado de semillas de maíz en México. El resto estaba en manos de las empresas privadas, altamente penetradas por el capital trasnacional (Rudiño, 2011). La creación del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo CIMMYT en 1966, (Fernández y Picado, 2013), se remonta al programa piloto de 1943, patrocinado por el gobierno de México y la Fundación Rockefeller, el proyecto dio como resultado la colaboración innovadora y continua entre investigadores mexicanos y de otras nacionalidades, así como el establecimiento de redes internacionales para ensayar

variedades experimentales de maíz y trigo (Herrera, 2013), en el mismo año de 1966 en el Colegio de Posgraduados el Dr. Basilio Rojas adoptó el término genotecnia (Luna y Gutiérrez, 1998.). Para noviembre de 1971 comienza a trabajar El Centro Nacional de Rescate y Mejoramiento de Maíces Criollos (CENREMMAC), sin embargo la fundación oficial del CENREMMAC fue hasta agosto de 1992 por acuerdo del congreso de Centros Regionales (UNACH) celebrado en Teapa, Tabasco. Teniendo como objetivos fundamentales los siguientes: 1. Mejoramiento y rescate de variedades criollas para la agricultura tradicional y de subsistencia. 2. La obtención de híbridos para la agricultura empresarial. (CENREMMAC, 1998). El Instituto Mexicano del Maíz "Dr. Mario E. Castro Gil" (IMM) surge en el seno de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) el 5 de diciembre de 1979, a partir de entonces se ha generado información, conocimientos y tecnologías en diversos aspectos, *e.g.* agua-suelo-fertilización; adaptación; tecnología de semillas, producción; utilización y mejoramiento genético. De los resultados obtenidos de la investigación del IMM se ha hecho posible la generación de híbridos y variedades de maíz para su explotación comercial (IMM, 2014). En el año de 1985 se forma el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP (Espinosa et al. 2003), al fusionarse tres institutos de investigación independientes, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales e Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, (Reyes, 2000) como resultado de los programas de mejoramiento se obtuvieron 41 maíces mejorados para la condiciones de cultivo presentes en las diferentes regiones del país, de estas 17 son variedades, 13 comunes y 4 sintéticos, 24 híbridos, de los cuales 10 son cruza simples, 9 cruza trilineales, 3 cruza dobles y dos híbridos intervarietales Cuadro 9, (Ángeles, 2000).

Cuadro 9. Maíces mejorados formados por el INIFAP (1985-1996)

Valles Altos	El Bajío, Jalisco y Reg. Intermedias	Trópico Seco	Trópico Húmedo
H-33 C.D	V-209	V-405	VS-529
H-34 C.S.	HET-1 C.S.	HV-426	V-530
H-135 T.L	V-210	HV-429	V-531 (Iguala)
H-137 T.L.	V-211	H-430 C.S.	V-532
H-149 T.L.	V-212	HV-1	V-533
	V-223	H-431 C.S.	V-534 (Ocozocuautila)
	H-355 (Miranda) t.l.	H-433 T.L.	VS-535
	H-356 (Odón) C.S.	H-434 C.D.	VS-536
	H-357 C.S.	H-435 C.S.	H-512 C.D.
	H-358 C.S.	H-436 C.S.	H-513 C.S.
	H-359 T.L.	VS-440	H-514 T.L.
	H-360 T.L.		H-515 T.L.
			Bolita sequía

V= Variedad; VS= Variedad sintética; H= Híbrido; C.S.= Cruza simple; C.D.= Cruza doble; T.L.= Híbrido trilineal; H.V; Híbrido varietal (Tomado de Ángeles, 2000).

Posteriormente, INIFAP en su catálogo tiene un registro de 33 maíces mejorados, híbridos y variedades de maíz que se adaptan a los diferentes ambientes agroecológicos de México hasta 2012, (Cuadro 10).

Cuadro 10. Maíces mejorados por INIFAP hasta 2012*

Variedades		Híbridos		
Maíz Cafime	V-236-P	H-431	H-428	H-70-E
Maíz Sac Beh	V-237-NA	H-311	H-437	
	V-460-P	H-318	H-443-A	
	V-537-C	H-326	H-48	
	V-538-C	H-33	H-50	
	V-54-A	H-375	H-518	
	V-55-A	H-376	H-519-C	
	VC-152	H-377	H-520	
	VC-42	H-378-A	H-561	
	VS535	H-379	H-565	

*INIFAP, 2014.

El 4 de diciembre de 2002, siendo presidente de México Vicente Fox Quezada, el titular del Ejecutivo Federal presentó a la H. Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, la iniciativa de proyecto de Decreto por el que se derogan los artículos 16, 17, 20, 21 y 22 de la Ley Sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas, publicada en el DOF el 14 de abril de 1961 y el artículo Tercero Transitorio de la nueva Ley Sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas, publicada el 15 de julio de 1991 y se ordena la extinción o desmantelamiento de la Productora Nacional de Semillas (SIL, 2002). Hasta ese momento el organismo más importante en la producción de semillas en el país. A partir de entonces la investigación en México ha sido conducida principalmente por empresas o compañías semilleras del sector privado, instituciones como las antes mencionadas y las Universidades. Así por ejemplo en 2005 Arellano y Ortega, reportan en su trabajo un número para México de 40 instituciones que realizaban trabajos en investigaciones biotecnológicas, de las cuales 18 realizaban investigación biotecnológica vegetal, y de estas solo 7 instituciones investigaban sobre maíz: El CIMMYT, La Universidad Autónoma Chapingo, El INIFAP, El Cinvestav-Irapuato, La Facultad de Química de la UNAM, El Colegio de Postgraduados y El Instituto de Biotecnología de la UNAM. Además de las instituciones citadas anteriormente podemos agregar a la Universidad de Guadalajara y la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y sus programas de investigación con maíz.

Los antecedentes mencionados constituyen la piedra angular de la cual surgió el mejoramiento genético de maíz en México, y aunado a ello, la invaluable formación de recursos humanos dedicados a esta actividad (Luna y Gutiérrez, 1998).

2.4 Comparación de medias

El análisis estadístico de datos derivados de un experimento tiene como propósito proveer información referente a la manera en que las unidades experimentales responden a los tratamientos aplicados. El primer paso consiste en someter los datos a un análisis de varianza para establecer si hay diferencias significativas entre las medias de los tratamientos. El rechazo de la hipótesis nula de igualdad de medias en el análisis de varianza, conduce a preguntar cuáles diferencias entre las medias muestrales son las

responsables del rechazo. Cuando el investigador efectúa un trabajo experimental para seleccionar el mejor de k tratamientos, esto es, el tratamiento con mayor (o menor) media, o seleccionar un subconjunto, lo más pequeño posible de entre los k tratamientos, que tenga una alta probabilidad de incluir al mejor o a los mejores tratamientos, no es adecuado que compare todas las parejas posibles de los tratamientos, sino que debe usar un método de selección de medias. En este caso, el análisis de varianza aporta la estimación de la varianza del error con sus grados de libertad y la información básica sobre si existen o no diferencias significativas en las medias de los tratamientos (García et al., 2001). Para determinar cuáles son los pares de medias que son diferentes. Existen varios procedimientos, entre ellos encontramos la prueba de Diferencia Significativa Honesta de Tukey (*DSH*), este procedimiento fue propuesto por Tukey (1952) para probar la hipótesis $H_0 = \mu_j = \mu_k (j \neq k)$. Este método es muy similar en la aplicación al de DMS, salvo por el hecho de que en lugar de utilizar las distribuciones de t como base para realizar las comparaciones, se emplea la distribución del rango estandarizado o estudentizado, la prueba de Tukey es la prueba más aplicada y preferida por los estadísticos, pues controla de mejor manera los dos errores ampliamente conocidos en la estadística (α y β) (Montgomery 2003, Wong, 2010). Esta prueba permite hacer todas las posibles comparaciones de tratamientos de dos en dos, y por eso se considera la más completa. Wu y Hamada (2000), discuten en detalle el procedimiento para aplicar esta prueba. (Wong, 2010).

2.5 Estabilidad e interacción genotipo ambiente

Para la producción de grano amarillo en Jalisco se conocen de primera mano los promedios de rendimiento tanto para el estado, como por distrito e incluso a nivel municipio. Sin embargo, ésta información no es del todo satisfactoria, ya que dentro de cada condición la interacción genotipo \times ambiente (IGxA) causa variaciones importantes en el comportamiento de los genotipos a través del tiempo, ocasionadas por factores no permanentes (precipitación, temperaturas, presencia de patógenos,) que dificultan la identificación de genotipos superiores (Rodríguez, et al., 2005). Es muy importante estudiar la IGxA en la investigación agrícola para no cometer errores en la elección de la variedad superior que se quiera recomendar para un área agrícola amplia o específica

(Castañón, 1994). Para poder identificar estos genotipos las pruebas de significación estadística son muy útiles ya que sirven para comparar variables entre distintas muestras, si la distribución de la muestra es normal se aplican los llamados test paramétricos, si la distribución no puede asumirse normal se aplican las pruebas no paramétricas, hay que tener siempre en cuenta que los test paramétricos son más potentes y dan más información que los no paramétricos, por lo que son preferibles sobre los no paramétricos, (Gómez y Vivó, 2001).

2.6 Métodos paramétricos y no paramétricos

2.6.1 Eberhart and Russell

En el modelo Eberhart and Russell, además del promedio general (\bar{X}) y el coeficiente de regresión lineal ($b_i = 1.0$) de cada genotipo, también considera como parámetro de estabilidad la varianza de los desvíos de la regresión ($S^2d_i = 0$) de cada genotipo. El coeficiente de regresión está asociado con el componente lineal, indicando la adaptabilidad del genotipo, o bien, su capacidad de respuesta entre los distintos ambientes. Los desvíos de la regresión están asociados al componente no lineal e indican estabilidad genotípica (consistente o inconsistente). Los genotipos con adaptabilidad general se asocian con altos promedios en el rendimiento, mientras que los genotipos con una baja adaptación ambiental están asociados a bajos promedios de rendimiento. Los valores de los coeficientes de regresión (b_i) por encima de 1.0 definen los genotipos con mayor sensibilidad a la variación del medio ambiente. Los coeficientes de regresión que disminuyen por debajo de 1.0 garantizan una mayor resistencia a la variación ambiental, y por lo tanto, el aumento de especificidad de la capacidad de adaptación a los entornos de bajo rendimiento (Kilic, et al. 2010). De acuerdo con este modelo, un genotipo deseable presenta una media superior a la media general, un coeficiente de regresión igual a 1 y desviaciones de la regresión lineal tan pequeñas como sea posible. Por lo tanto, la definición de una variedad estable en el presente trabajo será: $Y > \mu$, $b_i = 1.0$ y $S^2d_i = 0$.

2.6.2 Ecovalencia Wricke

Es el método más simple fundamentado en el concepto dinámico de estabilidad. Este método fue propuesto por Wricke (1962), quien define el término ecovalencia como la contribución de cada genotipo, en todos los ambientes, a la suma de cuadrados de la interacción G x A. Si la ecovalencia es pequeña la estabilidad es alta (Abbott y Pistorale, 2011). De acuerdo a Wricke, los genotipos con valores bajos de ecovalencia (W_i), presentan pequeñas desviaciones de la media de rendimiento en diferentes ambientes siendo por lo tanto más estables, considerando un genotipo con $W_i = 0$ como estable. La ecovalencia de Wricke (W_i) fue calculada con la siguiente fórmula: $W_i^2 = \sum_{j=1}^q (X_{ij} - \bar{X}_{i.} - \bar{X}_{.j} + \bar{X}_{..})^2$, (Hussein, et al, 2000).

2.6.3 Índice de conveniencia (D_i) Hernández

Este modelo (Hernández et al., 1993) propone combinar el rendimiento promedio y el coeficiente de regresión en un índice de deseabilidad unificada (D_i). Por lo tanto, D_i se define como el área bajo la función de regresión lineal dividido por la diferencia entre los dos índices extremos del medio ambiente. D_i es igual a la media de la i -ésimo genotipo en todos los entornos, además de su pendiente multiplicada por la media de los índices ambientales de los 2 ambientes extremos (simetría). Genotipos deseables son aquellos con un alto valor de D_i . Para los ensayos simétricos el índice de conveniencia depende en gran medida del rendimiento medio del genotipo y para los ensayos asimétricos la pendiente tiene una influencia importante en el índice de conveniencia. Fórmula para su cálculo es la siguiente

$$D_i = \bar{Y}_i + (b_i)C_1$$

Donde

$$C_1 = (I_b + I_a)/2$$

\bar{Y}_i y b_i pendientes de los promedios de rendimiento

I_a e I_b mínimos y máximos valores de los índices ambientales

El índice de estabilidad de los genotipos estándar los cuales tienen un pendiente de $b=1$, es definido como: $D_s = \bar{Y}_{..} + C_1$ donde $\bar{Y}_{..}$ es el gran promedio de todo el experimento. El índice de conveniencia de genotipos con ajuste cuadrático o cúbico también se puede calcular mediante el uso de los siguientes coeficientes: $(I_b^3 - I_a^3) / \{3(I_b - I_a)\}$ y $(I_b^4 - I_a^4) / \{4(I_b - I_a)\}$, también se proporciona una F-estadística con 1 G.L. en el numerador y un G.L. del error en el denominador para poner a prueba hipótesis sobre el parámetro D_i y este compararlo con D_s , dejando el vector $C' = (1, C_1)$ y el vector $b = (\bar{Y}_{..}, b_i)$ los autores escriben D_i como: $D_i = C'b$ y da una varianza como $S^2_{DI} = \{C'(I'D)^{-1}C\} (MSE/r)$, donde MSE es el cuadrado medio del error de grupo del ANOVA del ensayo replicado, r es el número de repeticiones, e I es una matriz conteniéndolas en la primera columna y los índices ambientales en la segunda columna. La hipótesis nula: $H_0 : D_i = D_s$ es probada utilizando la siguiente prueba de F, $F = MSH_0 / MSE$ donde $MSH_0 = (C'b_i - D_s)^2 / S^2_{DI}$ (Hussein et al., 2000).

2.6.4 Varianza estabilidad Shukla (σ^2i).

Shukla (1972) define la varianza estabilidad del genotipo i como su varianza a través de ambientes, después de que los efectos principales de las medias ambientales han sido eliminados. Dado que el efecto principal del genotipo es constante, la varianza de estabilidad se basa en la matriz residual ($GE_{ij} + e_{ij}$) en una clasificación de dos vías. La estadística de la estabilidad es denominada "varianza de estabilidad" (σ^2i), de acuerdo a este modelo un genotipo es estable si su varianza de estabilidad (σ^2i) es igual a la varianza ambiental (σ^2e) lo cual implica que $\sigma^2i = 0$. Un valor relativamente alto de (σ^2i) puede indicar gran inestabilidad del genotipo i . Como la varianza de estabilidad es la diferencia entre dos sumas de cuadrados, esta puede presentar un valor negativo aun así estos pueden ser tomados como igual a cero.

La Varianza estabilidad Shukla fue calculada con la siguiente fórmula:

$$\sigma_i^2 = \frac{p}{(p-2)(q-1)} \sum_{j=1}^q (X_{ij} - \bar{X}_{i.} - \bar{X}_{.j} + \bar{X}_{..})^2 - \frac{SS(GXE)}{(p-1)(p-2)(q-1)}, \text{ (Hussein et al. 2000).}$$

2.6.5 Parámetro de superioridad (TOP)

Fox et al. (1990) propusieron otro parámetro de superioridad no paramétrico para la adaptabilidad general, utilizando la clasificación estratificada de los cultivares. Esta clasificación se realiza en cada lugar por separado y se calculó el número de sitios en que el cultivar se ubicó en la parte superior, media e inferior de las filas. Un genotipo que se ubica sobre todo en el tercio superior a través de los ambientes de prueba se considera como un cultivar ampliamente adaptado, por lo tanto, se recomienda el análisis de rango estratificado como una medida de adaptación (Hussein, et al., 2000).

2.6.6 Suma de rangos (RS) de Kang

La suma de rangos (Kang, 1988). Es otra de las estadísticas de estabilidad no paramétricas donde tanto el rendimiento y la estabilidad de la varianza Shukla se utilizan como criterio de selección. En este método, al genotipo con el rendimiento más alto se le asigna un rango numérico de 1 a n , también al genotipo con la menor varianza de estabilidad se le asigna un rango numérico de 1 a n , después de esta clasificación, los rangos del rendimiento y de la varianza de estabilidad se suman para cada uno de los genotipos y el genotipo con el resultado de la suma de rangos más bajo (RS) es considerado el más deseable (Akcura y Kaya, 2008). Este estadístico asigna un peso de 1 tanto al rendimiento como a la estabilidad permitiendo la identificación de la variedad estable y de alto rendimiento (Hussein et al. 2000).

2.6.7 Análisis no paramétrico propuesto por Nassar and Huehn S_i^3 y S_i^6

Dado que las estadísticas de estabilidad paramétricas y todas las pruebas basadas en ellas asumen la distribución normal y homogeneidad de las varianzas, Nasser & Huhn (1987) dieron los detalles de los estadísticos de estabilidad no paramétricos propuestos por Huhn (1979). Estos son estadísticos de estabilidad de distribución libre, que se basan en el rango y son fáciles de calcular e interpretar. Las fórmulas para calcular estos estadísticos, se dan a continuación:

$S_i^{(3)} = \frac{\sum_{j=1}^q (r_{ij}^* - \bar{r}_i^*)^2}{\bar{r}_i^*}$ y $S_i^{(6)} = \frac{\sum_{j=1}^q |r_{ij}^* - \bar{r}_i^*|}{\bar{r}_i^*}$, (Hussein et al. 2000).

2.7 Análisis financiero

El análisis financiero proporciona a los productores una medida del efecto esperado y valor económico de la producción que realiza. Dichas evaluaciones generalmente indican que las empresas más rentables se caracterizan por presentar bajos costos de producción y altos rendimientos (García, 2000), al realizar este tipo de análisis debe de considerarse el total de los costos de producción desde la preparación del terreno hasta la venta del producto cosechado, ya que el objetivo es mejorar la productividad, y auxiliar al productor en la toma de decisiones económicas.

2.7.1 Punto de equilibrio

Se refiere al porcentaje de la producción necesaria para cubrir los gastos de operación, representando el momento en que el productor no genera ningún beneficio pero tampoco pérdidas, de tal manera que los costos de producción están cubiertos en su totalidad.

2.7.2 Rentabilidad y relación costo beneficio

Se refiere a la generación de utilidades económicas sobre la venta de la producción, y su utilidad se refleja en la medición de la utilidad neta en relación con el costo total de producción. Esto se calcula con la siguiente fórmula $B/C = \frac{IB}{CTP}$ donde IB= Ingreso bruto y CTP= Costo total de producción, el resultado es la utilidad obtenida por cada peso invertido, mientras más alto el beneficio es mejor y debe seguir una tendencia ascendente. Dichas evaluaciones en explotaciones agropecuarias generalmente indican que las empresas más rentables se caracterizan por presentar menores costos, altos rendimientos y mayor atención al manejo de suelos y cultivos. Estas condiciones caracterizan a los productores más eficientes. Los análisis económicos precisos deben considerar todos los costos, incluyendo costos del fertilizante, costos indirectos o de explotación y los costos directos asociados con el establecimiento y el manejo del cultivo en particular para poder realizar un

cálculo real del costos de producción por tonelada (García, 2000). El principal interés del agricultor es asegurar un ingreso económico adecuado por sus cosechas teniendo principal interés en el retorno económico. Esto lo logra al vender su producción y a cambio obtener utilidades en efectivo. Al evaluar los costos y beneficios de los diferentes materiales disponibles en el mercado, el agricultor puede comparar los beneficios brutos, al considerar los costos de producción relacionados con cada uno de ellos, así pues, el análisis de rentabilidad es una manera de calcular el total de los costos y los beneficios netos de cada híbrido utilizado. Este análisis incluye los rendimientos medios para cada tratamiento y el beneficio bruto en base al precio de compra del cultivo en cada una de las diferentes regiones (CIMMYT, 1988).

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Zona de estudio

El estudio se desarrolló durante el ciclo de cultivo primavera-verano 2013, comprendido entre los meses de mayo a diciembre, como parte del proyecto de investigación y transferencia tecnológica denominado: Producción, Validación y Fomento de Maíz Amarillo en Jalisco (Ciclo PV-2013), coordinado por el Centro Regional Universitario Occidente (CRUOC) de la Universidad Autónoma Chapingo, sede Guadalajara. El área del proyecto la conformaron tres regiones productoras de maíz en cuatro municipios del estado de Jalisco, México, tanto para temporal, humedad residual y punta de riego.

3.2 Regiones de estudio

3.2.1 Región Centro

La localidad de San Francisco Tesistán, está ubicado al noroeste del Municipio de Zapopan se localiza en la Región Centro del estado de Jalisco, en las coordenadas 20°25'30'' a 20°57'00'' de latitud norte y 103°19'30'' a 103°39'20'' de longitud oeste, a una altura de 1,548 msnm. El clima del municipio es templado, semiseco con invierno y primavera secos, y semicálidos con invierno benigno. Al norte y sur, es semiseco con invierno y primavera secos, y semicálido. Temperatura media anual es de 23.5°C, y tiene una precipitación media anual de 906.1 mm con régimen de lluvia en los meses de junio a octubre. Los vientos dominantes son con dirección este, el promedio de días con heladas al año es de 5.12, los suelos dominantes pertenecen al tipo regosol eútrico y feozem háplico y como suelo asociado, el luvisol crómico (SEMADET, 2013).

3.2.2 Región Ciénega

El municipio de Poncitlán se localiza en el sureste del estado, en las coordenadas 20° 18' 15" a los 20° 26' 15" de latitud norte y 102° 16' 45" a los 103° 07' 00" de longitud

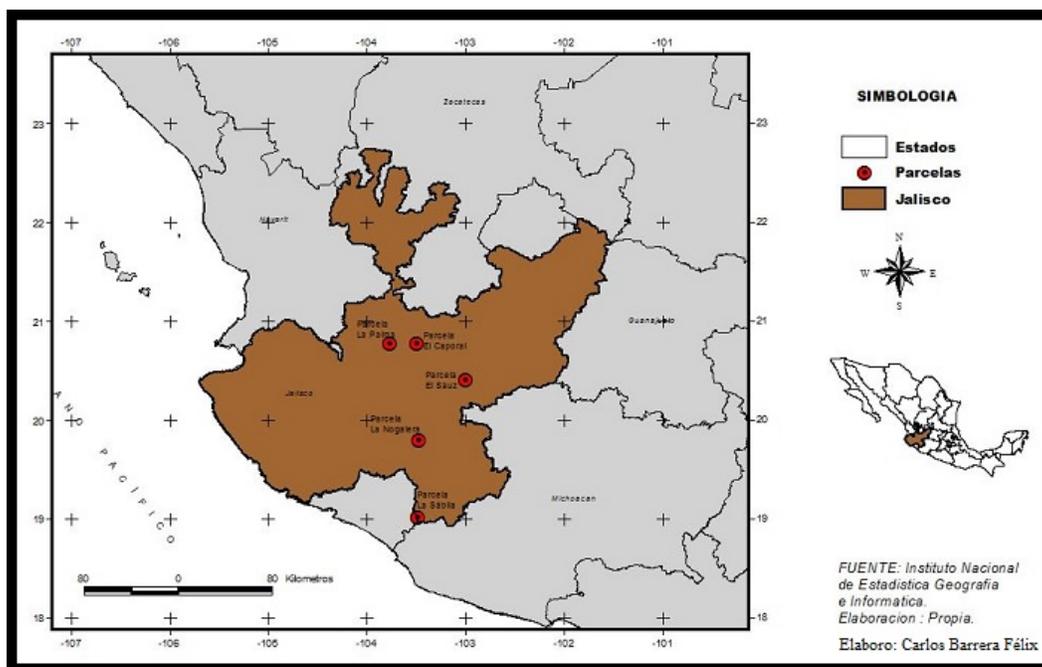
oeste, a una altura de 1,524 msnm. El clima es semiseco con invierno y primavera secos y semicálidos sin estación invernal definida. La temperatura media anual es de 20.3°C, tiene una precipitación media anual de 801.2 mm con régimen de lluvias en los meses de junio a octubre. Los vientos dominantes son en dirección sureste. El promedio de días con heladas al año es de 15.4. Los suelos dominantes corresponden al tipo vertisol pélico; y los suelos asociados corresponden al tipo feozem lúvico (SEMADET, 2013)

3.2.3 Región Sur

El municipio de Gómez Farías se encuentra situado en la parte sureste del estado de Jalisco. Se localiza en las coordenadas 19° 47' 15'' a 19° 57' 30'' de latitud norte y 103° 09' 10'' a los 103° 39' 20'' de longitud oeste y a una altura de 1,678 msnm. El clima es considerado como semiseco con otoño, invierno y primavera secos y semicálidos sin estación invernal definida. La temperatura media anual es de 15.3°C, con máxima de 27°C y mínima de 12.10°C; y tiene una precipitación media anual de 1268.4 mm con régimen de lluvias de junio a septiembre. Los vientos dominantes son de dirección suroeste, el promedio de días con heladas al año es de 110, la composición del suelo dominante corresponde al andosol húmico y ortico, y cambisol crómico; y como suelos asociados se encuentra el Feozem háplico y regosol eútrico (SEMADET, 2013).

El municipio de Pihuamo está situado en la región sureste del estado de Jalisco entre las coordenadas 18° 57' 30" a 19° 23' 30" de latitud norte y 103° 10' 00" a 103° 32' 05" de longitud oeste, a una altura de 773 msnm. El clima del municipio es semiseco con invierno y primavera secos y semicálidos sin estación invernal definida. La temperatura media anual es de 22°C, y tiene una precipitación media anual de 1560.2 mm con régimen de lluvia en los meses de junio a octubre. Los suelos dominantes corresponden al tipo regosol crómico, feozem y luvisol háplico; y como suelos asociados se encuentran el cambisol eútrico y férrico (SEMADET, 2013).

Figura 1. Distribución de parcelas en el estado de Jalisco



3.3 Materiales utilizados

Los materiales comerciales utilizados fueron proporcionados por el Centro Regional Occidente Universidad Autónoma Chapingo sede Guadalajara, y un material experimental proporcionado por Biosemillas Omega 12 (Cuadro 11).

Cuadro 11 Materiales evaluados

Simbología	Híbridos	Compañía	Cruza
G1	DK-2027Y	Dekalb	Triple
G2	P-30F53	Pioneer	Simple
G3	P-30F53E	Pioneer	Simple
G4	P-2844	Pioneer	Simple
G5	CANGURO	Asgrow	Triple
G6	OMEGA-12	Biosemillas	Triple
G7	TIGRE (Y)	Asgrow	Triple

El trabajo se realizó en conjunto con productores cooperantes de las tres regiones, para establecer y evaluar técnica y económicamente cinco “vitrinas tecnológicas”, utilizando híbridos amarillos comerciales y el híbrido experimental OMEGA-12. Esto permitirá que los productores tengan información respecto al comportamiento productivo y adaptabilidad de los híbridos; a partir de lo cual, exista la posibilidad de seleccionar el o los mejor(es) de acuerdo a los requerimientos que demanda el mercado y el nivel de rentabilidad que represente para el productor, Cuadro 12.

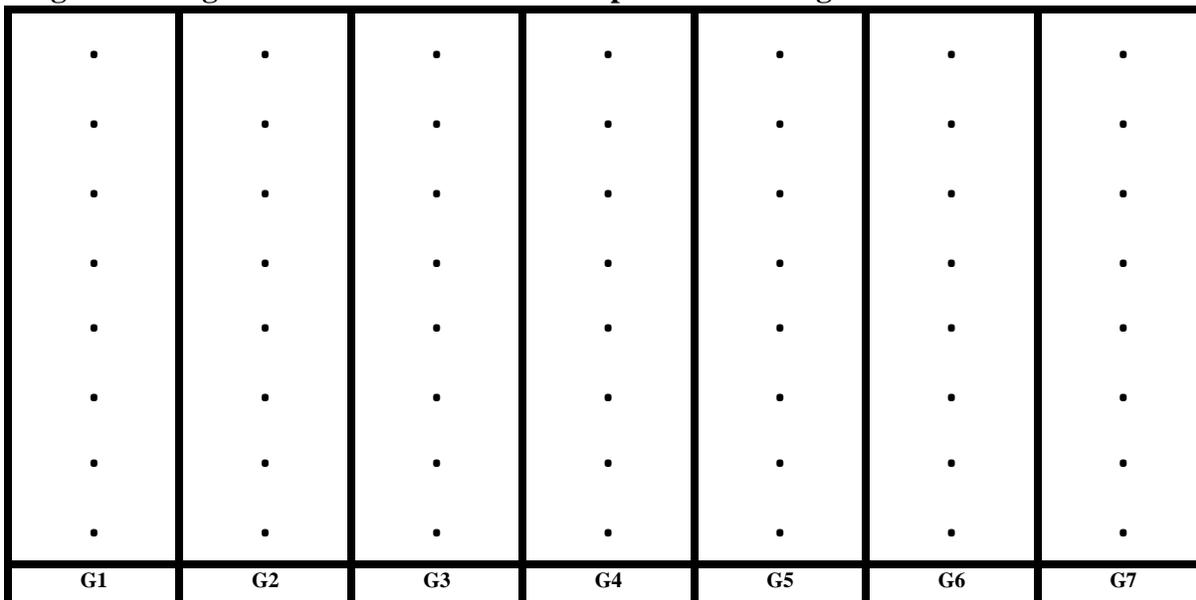
Cuadro 12. Productor cooperante y localidad de las cinco vitrinas

REGIÓN	PRODUCTOR	PARCELA	MUNICIPIO	MANEJO
CENTRO	Juan Sandoval	La Palma	Zapopan	CONVENCIONAL
CENTRO	Joaquín López	El Caporal	Zapopan	CONVENCIONAL
CIENEGA	Roberto Castellanos	El Sauz	Poncitlán	CONVENCIONAL
SUR	León Elizondo	La Nogalera	Gómez Farías	CONVENCIONAL
SUR	J. Manuel González	La Sábila	Pihuamo	CONVENCIONAL

3.4 Parcelas tecnológicas

En este tipo de unidades experimentales, denominadas parcelas tecnológicas (vitrinas), el número de surcos de cada uno de los materiales a evaluar depende del tamaño de la parcela, el número de discos de la sembradora que utilice el productor y el número genotipos (G) a evaluar, El objetivo de las vitrinas tecnológicas agrícolas es transmitir conocimientos sobre los cultivos que se adaptan en la región, como el maíz, frijol, sorgo, etc. Estas parcelas permiten captar las diferencias en el comportamiento de los materiales mejorados en diferentes agrosistemas de una misma región, con el manejo del material a nivel comercial por el propio productor (Arroyo, 1988), permitiendo realizar la evaluación en igualdad de condiciones, mostrando los materiales con mayor potencial de rendimiento en cada región Figura 2, (El Informador, 2015).

Figura 2. Diagrama de distribución de una parcela tecnológica.



Cada columna en la figura representa una parcela en la cual se establecen los diferentes materiales a evaluar denotados por la letra G y el número a su derecha, los puntos en cada columna representan los surcos en cada parcela.

3.5 Manejo agronómico

Son las labores que se hacen a un cultivo específico para mejorar la producción y rendimiento por unidad de área: para este estudio la densidad de siembra así como todas las prácticas del cultivo las realizó el productor en la forma que acostumbra, considerando como variables en su sistema de producción las semillas comerciales y el híbrido experimental.

3.5.1 Parcela El Caporal, Zapopan, Jal.

Productor: Juan Sandoval C. Localidad: Nextipac Potrero: “El Caporal” Mpio. Zapopan, Jalisco, Región Centro. Para el acondicionamiento de terreno se realizaron cinco pasos de rastra, uno de arada con discos y un tabloneo, previo a la siembra, posteriormente se sembró la semilla mediante sembradora y tractor, con una calibración de 7.5 granos por metro, un ancho de surco de 78 cm y 100 m de largo, un total de ocho surcos por material, con una densidad de siembra de 96,154 semillas por hectárea, para el control de plagas se

utilizó Clorpirifos etil 33.80% + Permetrina 4.80% mediante aplicación mecánica a los 25 días de desarrollo, para el control de malezas se utilizó Dicamba 11.25% y Atrazina 21.48% y 2,4-Diclorofenoxiacético 83.05% con aplicación manual a los 60 días de desarrollo, para la fertilización se utilizaron 800 kg de gallinaza en la fecha de siembra y 450 kg de urea mediante aplicación mecánica a los 30 días de desarrollo, en una hectárea de terreno.

3.5.2 Parcela La Palma, Zapopan, Jal.

Productor: Juan Sandoval C. Localidad: Nextipac Potrero: “La Palma” Mpio. Zapopan, Jalisco. Región Centro. Para el acondicionamiento de terreno se realizaron cinco pasos de rastra, uno de arada con discos y un tabloneo, previo a la siembra, posteriormente se sembró la semilla mediante sembradora y tractor, con una calibración de 7.5 granos por metro, un ancho de surco de 78 cm y 100 m de largo, un total de ocho surcos por material, con una densidad de siembra de 96,154 semillas por hectárea, para el control de plagas se utilizó Clorpirifos etil 33.80% + Permetrina 4.80% mediante aplicación mecánica a los 25 días de desarrollo, para el control de malezas se utilizó Dicamba 11.25% y Atrazina 21.48% y 2,4-Diclorofenoxiacético 83.05% con aplicación manual a los 60 días de desarrollo, para la fertilización se utilizaron 800 kg de gallinaza en la fecha de siembra y 450 kg de urea mediante aplicación mecánica a los 30 días de desarrollo, en una hectárea de terreno.

3.5.3 Parcela El Sauz, Poncitlán, Jal.

Productor: Roberto Castellanos Valdivia Localidad: San Miguel Zapotitlán, Potrero: “El Sáuz” Mpio. Poncitlán. Región Ciénega. Para el acondicionamiento del terreno se realizaron dos pasos de rastra, un dren y un subsoleo, posteriormente se realizó la siembra con sembradora y tractor, con una calibración de 7.5 semillas por metro, un ancho de surco de 80 cm y 100 m de largo, un total de 8 surcos por material y una densidad de siembra de 93,750 semillas por hectárea, para el control de plagas se utilizaron 15 kg de Forato 0,0-dietil-S[(etiltio)-metil fosforoditioato 15.00%, dos dosis de Benzoato de emamectina 2.12% una dosis de Lambda-cihalotrina 5% y una dosis de lambda cyalotrina + Azoxystrobin, para el control de malezas se utilizaron 5 litros de S-metolaclor 29.40%,

Atrazina: 11.00% y Mesotrione: 2.94% mediante aplicación mecánica y 1L de Nicosulfurón: 4.17% para la nutrición se utilizaron 7.9 kg de 12-16-14-10S en la fecha de siembra, 6.4 kg de urea en V6, 6.4 kg de urea y 3L de lixiviado de lombriz en V12, todas las aplicaciones fueron de forma manual, en una hectárea de terreno.

3.5.4 Parcela La Nogalera, Gómez Farías, Jal.

Productor: León Elizondo Verduzco Localidad: La Nogalera, Mpio. Gómez Farías, Región: Sur. Para el acondicionamiento del terreno se realizaron tres pasos de rastra y un subsoleo, en la presiembra se utilizaron 500 kg de fertilizante mineral aplicación al voleo, posteriormente, la siembra se realizó con sembradora y tractor, con una calibración de 7.0 granos por metro, un ancho de surco de 75 cm y 100 m de largo, ocho surcos por material, con una densidad de siembra de 93,333 semillas por hectárea, para el control de plagas se aplicó una dosis de Troll (0.5 kg) a la fecha de siembra, a los 18 días de desarrollo se aplicó 1 L de Clorpirifos y 0.25 L de Zeta-cipermetrina y 0.25 L de Chlorantraniliprole a los 40 días de desarrollo en aplicación mecánica, para el control de malezas se utilizó una dosis de Tembotrione 34.5 %, 1 kg de Atrazina C-90, 6 kg de sulfato de amonio mediante aplicación mecánica a los 30 días de desarrollo. La nutrición se efectuó mediante 250 kg de fertilizante granulado (N 21%, N nítrico 7.5%, N amoniacal 13.5%, P₂O₅ 17%, K₂O 3%, MgO 0.4%, S 4%, Zn 0.15%) en la fecha de siembra, 2.0 L de foliar orgánico, 3.0 kg de NPK (12-43-12) 0.5 L Surfacid (Adherente) a los 40 días de desarrollo y 300 kg de Urea a los 55 días de desarrollo, en una hectárea de terreno.

3.5.5 Parcela La Sábila, Pihuamo, Jal.

Productor: J. Manuel González González Localidad: “P. Lázaro Cárdenas” Mpio. Pihuamo, Jalisco. Potrero: “La Sábila” Región: Sur: Para el acondicionamiento del terreno se realizaron 2 pasos de rastra, la siembra se realizó con sembradora y tractor, con una calibración de 8.0 granos por metro, un ancho de surco de 80 cm y 100 m de largo, con una densidad de siembra de 100,000 semillas por hectárea, para el control de plagas se utilizó un saco 20 kg de Lorsban Clorpirifos etil al 5% granulado (plagas del suelo) en la fecha de

siembra, una dosis (75ml) de Palgus, 2.0 kg foliar a los 20 días de desarrollo, una dosis (75ml) de Palgus Spinetoram J + Spinetoram L 5.87% a 35 días de desarrollo, una dosis (75ml) de Palgus a 47 días de desarrollo mediante aplicación mecánica. Para el control de maleza se utilizaron 3.0 L de Caña-Z ametrina + atrazina 46% a 1 día de desarrollo, 2.0 L Fuego Isoproturon 50% y 1 L de Sansón Nicosulfurón 4.17% a 25 días de desarrollo, para la nutrición se utilizaron 250 kg de triple 16 (16-16-16) en la fecha de siembra y 250 kg de sulfato de amonio a 30 días de desarrollo todos los tratamientos se aplicaron en forma mecánica, en una hectárea de terreno.

3.5.6 Variables de estudio

En el cuadro 13 se listan las variables de estudio en cada una de las parcelas en etapa de madurez fisiológica, así como las unidades que se obtuvieron en gabinete mediante medición y cálculo.

Cuadro 13. Tabla de abreviaciones de variables evaluadas.

Código	Descripción	Unidad	Origen	Forma de cálculo
Altp	Altura de planta	Cm	Campo	Medición directa a ras de suelo hasta la base de la espiga
DMz	Diámetro de mazorca	Cm	Gabinete	Medición directa al centro de la Mazorca
TaMz	Tamaño de mazorca	Cm	Gabinete	Medición directa base a punta
NoH	Número de hileras	Hileras	Gabinete	Conteo directo
GH	Granos por hilera	Grano	Gabinete	Conteo directo base a punta
GMz	Granos por mazorca	Grano	Cálculo	NoH*GH
PeGorig	Peso de gano con humedad de origen	G	Gabinete	Medición directa bascula electrónica
PeG14%	Peso de gano al 14 % de humedad	G	Cálculo	PeG-orig(1-(Hum%/100))/0.86
Rend	Rendimiento	T	Cálculo	DPcMz*PeG14%
Gram²	Granos por metro cuadrado	Ídem	Cálculo	DPcMz*GMz/10,000
DPtotal	Densidad de población total	pl*ha	Cálculo	10,000*Tot pl/(Achscsco*10
PcMz	Plantas totales con mazorca	pl c/Mz*ha	Cálculo	10,000*pl cMz/(Achscsco*10
%Pérd	Porcentaje de pérdida	%	Cálculo	(DPtotal-DPcMz)*100/DPtotal
Hum %	Porcentaje de humedad	%	Gabinete	Medición directa c/determinador
pl cMz	Plantas con mazorca	Planta	Campo	Conteo directo (10m*Achsco)
Tot pl	Total de plantas	Planta	Campo	Conteo directo (10m*Achsco)
Achsco	Ancho de surco	cm	Campo	Medición directa

(Inzunza, 2009).

3.5.7 Materiales de campo

Determinador de humedad

La humedad que contiene el grano de maíz al ser muestreado se determino mediante un determinador de humedad (Moisture Chek Plus), modelo SW08120, marca John Deere.

Cadena de diez metros

Servirá para delimitar nuestro segmento de muestreo a lo largo del surco seleccionado, donde se contabilizaran el total de plantas y el total de plantas con mazorca y establecerá las cinco muestras a obtener.

Costales etiquetas y marcador

Se utilizaran para guardar las muestras y su etiquetado para posterior identificación, asignándoles una clave por sitio de muestreo y datos del productor, fecha y nombre de la parcela muestreada.

Flexómetro

Servirá para determinar la altura de la planta y la altura de inserción de la mazorca a la planta y largo de mazorca.

Materiales de gabinete

Vernier, utilizado para medir diámetro de mazorca.

Báscula electrónica Marca Ohaus YS series con capacidad de 2.100 kg, utilizada para peso de grano y peso de olote.

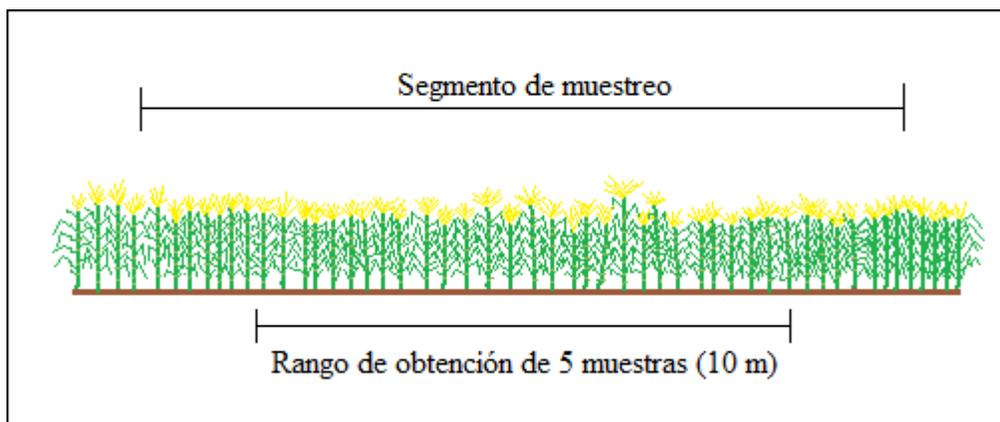
Determinador de humedad estacionario, marca Eaton AG Electronics, modelo Dole 400, utilizado para determinar humedad al momento de procesar muestras.

3.5.8 Muestreo en campo

El muestreo de cada una de las parcelas se realizó con base en la metodología diseñada por Díaz (1990), AGROASEMEX (1996) con adaptaciones de Márquez y Larios (1999) y Larios e Inzunza (2005), en el muestreo de campo se seleccionaron 11 sitios

aleatoriamente dentro de cada una de las parcelas de cada híbrido, estos presentaron una longitud de 10 m lineales (Figura 3), el muestreo de campo se programo a partir de la fase fenológica del maíz denominada madurez fisiológica.

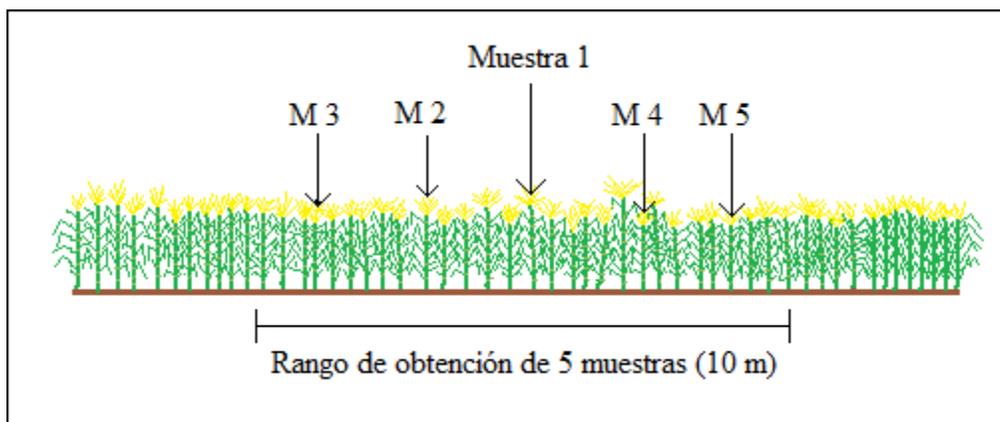
Figura 3. Segmento de Muestreo



La figura representa un surco de cada una de las parcelas muestreadas, tomado de Mendoza 2010.

Al determinar los surcos a muestrear por medio de la aleatorización, se procedió a extraer cinco muestras por sitio de muestreo dentro de cada una de las parcelas de los diferentes híbridos (Figura 4).

Figura 4. Sitios de muestreo dentro del segmento de muestreo.



El muestreo comenzó de la parte central de los 10 metros del transecto, posteriormente se muestrearon dos mazorcas a cada extremo de la mazorca central, tomado de Mendoza 2010.

Al final del muestreo se obtuvieron 55 muestras de cada uno de los siete genotipos utilizados, dando como resultado un total de 385 muestras por vitrina y un gran total de 1925 muestras.

3.6 Diseño experimental

Los datos experimentales de las parcelas tecnológicas se consideraron como un diseño experimental en bloques al azar y el modelo estadístico fue: $Y_{ij} = \mu + G_i + E_{ij}$, donde Y_{ij} : valor observado en la parcela que recibió el genotipo i en la repetición j ; μ : media del experimento; G_i : efecto del genotipo i ; E_{ij} : error experimental.

3.7 Análisis estadístico.

3.7.1 Comparación de medias y diferencia mínima honesta de Tukey

Para el análisis de las variables cuantitativas, se utilizó el paquete estadístico XL Stat, el cual utiliza Excel como interface, la información obtenida en cada una de las parcelas se analizó mediante un análisis de varianza. En los casos en que la diferencia entre genotipos fue significativa, se llevó a cabo una comparación de medias por diferencia mínima honesta de Tukey (DMH), con una confiabilidad del 95%. El análisis combinado se llevó a cabo con base en el modelo $Y_{ijk} = L_i + G_j + (LG)_{ij} + E_{ijk}$ en donde Y_{ijk} : valor observado de genotipo i en la repetición j en K ambientes; L_i : media de los experimento por localidad; G_j : efecto del genotipo j ; $(LG)_{ij}$: interacción de genotipo por localidad; E_{ijk} : error experimental.

3.7.2 Análisis de Interacción Genotipo X Ambiente (IGxA), y análisis de Estabilidad.

Se utilizó el programa estadístico SASG x ESTAB – para calcular las estadísticas de estabilidad Genotipos x Ambientes, este programa proporciona estadísticas de estabilidad

univariados y multivariados para datos balanceados. El programa está dirigido a calcular interacciones GxLxY (genotipo-x-Localidad-x-Año) o GXL datos (Genotipo-x-Localidad), utilizando el programa estadístico SAS como interface.

3.8 Análisis económico y rentabilidad en los sistemas de producción.

A lo largo del proceso productivo; se registraron actividades de manejo, costos e insumos aplicados por unidad de superficie. El análisis de rentabilidad, se calculó una vez estimado el rendimiento en toneladas por hectárea (t/ha) y el costo total de producción por hectárea; considerando el precio de venta regional por tonelada de grano. Partiendo de estos cálculos, se estimaron los índices económicos siguientes: costo/t (\$/t), Ingreso Bruto (\$/ha), Ingreso Neto (\$/ha), Punto de Equilibrio (PE) para producción de grano (t) y relación beneficio/costo (B/C).

IV RESULTADOS

4.1 Análisis de varianza y comparación de medias por localidad

4.1.1 Parcela La Palma, Zapopan, Jal.

En la parcela la palma (Cuadro 14), los análisis de varianza mostraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para las variables rendimiento, peso de grano, granos por m^2 , plantas con mazorca, granos por hilera, diámetro de mazorca y altura de planta, excepto tamaño de mazorca que presentó diferencia significativa ($P < 0.05$), lo cual nos indica que existen diferencias entre genotipos para dichas variables dentro de este ambiente. El coeficiente de variación (C.V.) para todas las variables presentó valores bajos, demostrando confiabilidad de los datos, la media general de rendimiento fue de 10.37 t/ha

Cuadro 14 Análisis de varianza parcela La Palma

Fuente de variación	Ren	PG	Gm ²	PIMz	GH	TMz	DMz	Apl
Genotipos	20.62**	2264.40**	2382120.15**	268883539	31.35**	3.11	0.66**	1291.54**
R²	0.60	0.57	0.65	0.48	0.42	0.30	0.80	0.39
C.V.	15.91	11.85	13.66	9.40	7.14	5.88	5.29	6.18
Promedio	10.37	146.8	3941	70613	34.0	15.5	4.8	263.6

Rendimiento (Ren), peso de grano al 14% (PG), granos por metro cuadrado (Gm²), plantas con mazorca (PIMz), granos por hilera (GH), tamaño de mazorca (TMz), diámetro de mazorca (DMz) y altura de planta (Apl), cuadrados medios CM, Coeficiente de determinación R², Coeficiente de variación C.V., **significancia al 1% de probabilidad, *significancia al 5% de probabilidad.

En la parcela La Palma se obtuvo un promedio general de 10.37 t/ha. La comparación de medias mediante la prueba de diferencia significativa honesta de Tukey DSH al 0.05 de probabilidad se presenta en el Cuadro 15. El híbrido G5 con 12.31 t/ha y el G7 fueron iguales significativamente presentando buenas características agronómicas que los hicieron destacarse en rendimiento de grano, granos por metro cuadrado, plantas totales con mazorca por hectárea y diámetro de mazorca, mientras que en las variables peso de grano, tamaño de mazorca y altura de planta no presentaron valores altos, estos superaron el promedio general o se mantuvieron igual a este, salvo la variable granos por hilera que presentó un promedio inferior al general. Los híbridos G2 y G1 presentaron promedios de

rendimiento de grano similares al promedio general con 10.39 y 10.38 t/ha respectivamente, destacándose el híbrido G2 en cuanto a peso de grano y granos por metro cuadrado, el híbrido G4 presentó el promedio más bajo para rendimiento de grano (8.87 t/ha), el resto de sus valores estuvieron cercanos a la media general o por debajo de esta por lo cual no presenta ninguna característica que lo diferencie positivamente del resto. El híbrido experimental G6 presento buenas características en cuanto a diámetro de mazorca y altura de planta, para rendimiento de grano cercano a la media general con 9.32 t/ha, granos por metro cuadrado, plantas totales con mazorca por hectárea y granos por hilera sus promedios fueron significativamente menores al promedio general. La única característica sobresaliente para G3 es la variable granos por metro cuadrado, mientras que para las variables plantas totales con mazorca por hectárea y granos por hilera, presenta igualdad estadística con el promedio general, para las variables rendimiento de grano, peso de grano, tamaño de mazorca y diámetro de mazorca presento promedios menores a los promedios generales.

Cuadro 15. Comparación de medias para rendimiento y variables agronómicas por genotipo, parcela La Palma.

Genotipo	Ren	PG	Gm²	PMz	GH	TMz	DMz	Apl
G5	12.31	160.62	4301.14	76573.43	32.82	16.30	5.11	264.09
G7	12.08	161.89	4009.40	74708.62	34.40	15.56	5.05	276.82
G2	10.39	164.42	4292.14	71678.32	35.64	15.37	4.76	260.09
G1	10.38	147.66	3816.52	70163.17	32.71	15.17	4.42	267.36
G6	9.32	150.84	3100.95	61888.11	31.36	15.88	5.03	275.18
G3	9.27	127.94	4423.30	72377.62	35.87	14.62	4.68	255.91
G4	8.87	133.21	3644.56	66899.77	34.87	15.36	4.84	246.00
Promedio	10.37	149.51	3941.15	70612.72	33.95	15.47	4.84	263.64
C.V.	15.91	11.85	13.66	9.40	7.14	5.88	5.29	4.29
DSH	0.75	8.38	230.23	3442.10	1.33	0.55	0.08	9.21

Rendimiento de grano (Ren), peso de grano al 14% (PG), granos por metro cuadrado (Gm²), plantas con mazorca (PMz), granos por hilera (GH), tamaño de mazorca (TMz), diámetro de mazorca (DMz) y altura de planta (Apl), Coeficiente de variación C.V., diferencia significativa honesta (DSH) de Tukey al 5% de probabilidad.

4.1.2 Parcela El Caporal, Zapopan, Jal.

En la parcela El caporal los análisis de varianza (Cuadro 16), mostraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre genotipos para todas las variables evaluadas. El coeficiente de variación (C.V.) para todas las variables presento valores bajos, demostrando confiabilidad de los datos.

Cuadro 16. Análisis de varianza Parcela El Caporal

Fuente de variación	Ren	PG	Gm ²	PIMz	GH	TMz	DMz	Apl
Genotipos	22.74**	977.62**	3948766.60**	669152766.30**	61.23**	1.42*	0.046*	534.99
R²	0.64	0.47	0.76	0.71	0.64	0.25	0.235	0.14
C.V.	16.24	8.72	17.01	12.38	8.29	4.50	2.57	6.63
Promedio	10.28	147.06	3763.60	69846.82	33.11	14.86	4.82	259.25

Rendimiento (Ren), peso de grano al 14% (PG), granos por metro cuadrado (Gm²), plantas con mazorca (PIMz), granos por hilera (GH), tamaño de mazorca (TMz), diámetro de mazorca (DMz) y altura de planta (Apl), cuadrados medios CM, Coeficiente de determinación R², Coeficiente de variación C.V., **significancia al 1% de probabilidad, *significancia al 5% de probabilidad.

En la parcela El Caporal se obtuvo un promedio general de 10.28 t/ha. La comparación de medias, mediante la prueba de diferencia significativa honesta de Tukey DSH al 0.05 de probabilidad se presenta en el Cuadro 17. Los materiales G5 y G7 fueron iguales significativamente con 12.25 y 11.75 t/ha respectivamente para rendimiento de grano superando significativamente el promedio general, presentando buenas características agronómicas que los hicieron destacarse en peso de grano, granos por metro cuadrado, plantas totales con mazorca por hectárea y diámetro de mazorca, las variables altura de planta y tamaño de mazorca obtuvieron promedios estadísticamente iguales al promedio general. G3 fue igual estadísticamente a la media general con buenas características en las variables granos por metro cuadrado y granos por hilera superando estadísticamente los promedios generales, presentando el promedio más bajo en peso de grano e incluso por debajo del promedio general, G2, G4 y G1 presentaron promedios estadísticamente iguales a las medias generales para todas las variables, finalmente G6 presento como única característica favorable la altura de planta mientras que para las variables peso de grano, tamaño de mazorca y diámetro de mazorca presento valores iguales al promedio general, para el resto de las variables obtuvo los promedios más bajos incluso por debajo del promedio general en cada una.

Cuadro 17. Comparación de medias de rendimiento y variables agronómicas por genotipo, parcela El Caporal

Genotipo	Ren	PG	Gm²	PMz	GH	TMz	DMz	Apl
G5	12.25	153.05	4010.03	79953.38	30.18	14.51	4.93	256.64
G7	11.75	165.89	3693.91	70629.37	33.64	15.24	4.83	256.00
G3	10.14	138.67	4474.59	73076.92	36.33	15.06	4.83	256.09
G2	10.12	141.54	4145.42	71561.77	34.55	15.07	4.75	264.55
G4	10.04	143.20	3840.95	70163.17	35.00	14.62	4.81	248.18
G1	9.90	142.46	3601.98	69463.87	31.18	14.36	4.74	268.18
G6	7.81	144.65	2578.32	54079.26	30.91	15.19	4.87	265.09
Promedio	10.28	147.06	3763.60	69846.82	33.11	14.86	4.82	259.25
C.V.	16.24	8.72	17.01	12.38	8.29	4.50	2.57	6.63
DSH	0.72	6.73	225.83	3380.39	1.18	0.42	0.08	2.67

Rendimiento (Ren), peso de grano al 14% (PG), granos por metro cuadrado (Gm²), plantas totales con mazorca por hectárea (PMz), granos por hilera (GH), tamaño de mazorca (TMz), diámetro de mazorca (DMz) y altura de planta (Apl), Coeficiente de variación C.V., diferencia significativa honesta (DSH) de Tukey al 5% de probabilidad.

4.1.3 Parcela El Sauz, Poncitlan, Jal.

En la parcela El sauz los análisis de varianza (Cuadro 18), mostraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para las variables, rendimiento de grano, peso de grano, granos por metro cuadrado, plantas con mazorca por hectárea y granos por hilera, para las variables diámetro de mazorca y altura de planta y tamaño de mazorca, lo cual nos indica que existen diferencias entre genotipos para dichas variables dentro de este ambiente. El coeficiente de variación (C.V.) para las variables granos por metro cuadrado presento el valor de 27.43, seguida de rendimiento de grano 26.12, plantas con mazorca por hectárea 21.67, peso de grano al 14%, valores altos, mientras que el resto de las variables presentaron valores bajos (granos por hilera, altura de planta, tamaño de mazorca y diámetro de mazorca).

Cuadro 18 Análisis de varianza Parcela El Sauz

Fuente de Variación	Ren	PG	Gm ²	PMz	GH	TMz	DMz	Apl
Genotipos	29.28**	1422.28*	2485723.89**	688203463.20**	161.34**	2.12*	0.11*	698.15*
R²	0.50	0.26	0.44	0.46	0.56	0.20	0.27	0.24
C.V.	26.12	12.62	27.43	21.67	16.06	5.93	3.60	7.08
Promedio	8.28	163.71	2428.84	50405.84	29.68	15.61	5.06	212.68

Rendimiento (Ren), peso de grano al 14% (PG), granos por metro cuadrado (Gm²), plantas con mazorca (PMz), granos por hilera (GH), tamaño de mazorca (TMz), diámetro de mazorca (DMz) y altura de planta (Apl), cuadrados medios CM, Coeficiente de determinación R², Coeficiente de variación C.V., **significancia al 1% de probabilidad, *significancia al 5% de probabilidad.

En la parcela El Sauz se obtuvo un promedio general de rendimiento de 8.28 t/ha. La comparación de medias mediante la prueba de diferencia significativa honesta de Tukey DSH al 0.05 de probabilidad se presenta en el cuadro 19. El híbrido G2 con un rendimiento de 10.76 t/ha y el G4 con 9.78 t/ha fueron iguales significativamente presentando buenas características agronómicas que los hicieron destacarse en rendimiento de grano, granos por metro cuadrado y plantas totales con mazorca por hectárea, para las variables peso de grano, granos por hilera, diámetro de mazorca, tamaño de mazorca y altura de planta los valores fueron estadísticamente similares al promedio general, el híbrido G3 presentó un rendimiento igual al promedio general aunque sobresale en las características como el peso de grano y granos por hilera. Para el híbrido G5 todos los promedios de sus variables iguales al promedio general, G1 presentó como buena característica la altura de planta, para las variables rendimiento de grano, peso de grano, plantas totales con mazorca por hectárea y diámetro de mazorca, tamaño de mazorca presentó valores similares a los promedios generales, mientras que para las variables granos por metro cuadrado y granos por hilera, tuvo promedios significativamente inferiores al promedio general y el híbrido G7 todos sus promedios fueron iguales al promedio general salvo rendimiento y altura de planta que presentaron promedios inferiores al promedio general, G6 no logró destacar en ninguna de las variables, mientras que en altura de planta y tamaño de mazorca, y granos por hilera, presentó promedios similares al promedio general, para el resto de las variables presentó los valores por debajo de los promedios generales.

Cuadro 19. Comparación de medias de rendimiento y variables agronómicas por genotipo, parcela El Sauz.

Genotipo	Ren	PG	Gm²	PMz	GH	TMz	DMz	Apl
G2	10.76	166.75	2942.77	64318.18	28.13	14.85	5.12	209.00
G4	9.78	171.76	2950.54	57727.27	32.71	15.16	5.16	217.27
G3	8.75	180.68	2745.40	48522.73	34.45	15.95	5.18	205.73
G5	8.01	163.75	2451.95	48522.73	30.18	15.58	5.06	216.46
G1	7.46	159.53	1764.30	46818.18	22.45	15.91	4.98	222.55
G7	7.29	159.12	2184.38	45909.09	30.64	16.00	4.98	200.00
G6	5.91	144.34	1962.54	41022.73	29.18	15.78	4.91	217.73
Promedio	8.28	163.71	2428.84	50405.84	29.68	15.61	5.06	212.68
C.V.	26.12	12.62	27.43	21.67	16.06	5.93	3.60	7.08
DSH	1.11	12.78	358.81	5809.12	2.28	0.60	0.11	9.45

Rendimiento (Ren), peso de grano al 14% (PG), granos por metro cuadrado (Gm²), plantas con mazorca (PMz), granos por hilera (GH), tamaño de mazorca (TMz), diámetro de mazorca (DMz) y altura de planta (Apl), Coeficiente de variación C.V., diferencia significativa honesta (DSH) de Tukey al 5% de probabilidad.

4.1.4 Parcela La Nogalera, Gómez Farías, Jal.

En la parcela La Nogalera los análisis de varianza (Cuadro 20), mostraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para todas las variables, excepto altura de planta que presento una diferencia significativa ($P < 0.05$), lo cual nos indica que existen diferencias entre genotipos para dichas variables dentro de este ambiente. El coeficiente de variación (C.V.) para las variables rendimiento de grano y granos por metro², presentaron valores altos, mientras que el resto de las variables presentaron valores bajos, la variable rendimiento de grano fue la que presento mayor variabilidad con un valor de 25.48, seguida de granos por metro cuadrado con 20.78.

Cuadro 20. Análisis de varianza Parcela La Nogalera

Fuente de variación	Ren	PG	Gm²	PMz	GH	TMz	DMz	Apl
Genotipos	25.60**	1814.06**	2331077.82**	640900435.63**	19.50**	6.16**	0.20**	829.54*
R²	0.68	0.57	0.58	0.57	0.40	0.55	0.48	0.29
C.V.	25.48	13.39	20.78	16.76	6.60	7.02	3.99	6.45
Promedio	6.77	118.84	2707.51	56398.27	29.82	13.40	4.60	232.52

Rendimiento (Ren), peso de grano al 14% (PG), granos por metro cuadrado (Gm²), plantas con mazorca (PMz), granos por hilera (GH), tamaño de mazorca (TMz), diámetro de mazorca (DMz) y altura de planta (Apl), cuadrados medios CM, Coeficiente de determinación R², Coeficiente de variación C.V., **significancia al 1% de probabilidad, *significancia al 5% de probabilidad.

En la parcela La Nogalera el promedio general de rendimiento de grano fue de 6.77 t/ha. La comparación de medias, mediante la prueba de diferencia significativa honesta de Tukey DSH al 0.05 de probabilidad se presenta en el cuadro 21. El híbrido G7 con 9.15 t/ha presento buenas características agronómicas destacándose en rendimiento de grano, peso de grano, granos por metro cuadrado, plantas totales con mazorca por hectárea y diámetro de mazorca, mientras que en las variables granos por hilera, tamaño de mazorca y altura de planta los valores son estadísticamente iguales a los promedios generales, el híbrido G5 presentó buenas características destacándose en rendimiento con 8.24 t/ha, peso de grano al 14%, granos por metro cuadrado y plantas con mazorca, con promedios significativamente mayores a la media general, superando a todos en altura de planta, mientras que en tamaño de mazorca y diámetro de mazorca presentó valores similares al promedio general, para la variable granos por hilera presentó el promedio más bajo por debajo del promedio general, los genotipos G1, G4 y G2 presentaron promedios iguales estadísticamente a la media general para casi todas las variables, el híbrido G3 destaco en la variable granos por hilera siendo el segundo mejor promedio incluso mayor al promedio general también presento promedios similares a la media general, para las variables granos por metro cuadrado total de plantas con mazorca por hectárea, diámetro de mazorca y altura de planta pero presento un bajo promedio así como para rendimiento de grano, finalmente G6 presentó promedios bajos para la mayoría de las variables.

Cuadro 21. Comparación de medias de rendimiento y variables agronómicas por genotipo, parcela La Nogalera

Genotipo	Ren	PG	Gm²	PMz	GH	TMz	DMz	Apl
G7	9.15	137.01	3251.28	66303.03	30.73	13.59	4.84	239.46
G5	8.24	128.62	3081.06	64121.21	28.46	13.74	4.64	246.18
G1	6.67	127.49	2540.37	52000.00	29.55	14.55	4.68	224.36
G4	6.58	113.77	2668.77	57818.18	30.02	12.60	4.53	234.46
G2	6.53	117.64	2814.27	55636.36	31.64	13.36	4.60	223.36
G3	5.71	102.67	2778.39	55515.15	30.55	12.31	4.42	224.91
G6	4.55	104.69	1818.46	43393.94	27.82	13.66	4.51	234.91
Promedio	6.77	118.84	2707.51	56398.27	29.82	13.40	3.99	232.52
C.V.	25.48	13.39	20.78	16.76	6.60	7.02	4.60	6.)45
DSH	0.71	7.56	262.52	4485.71	1.10	0.46	0.10	9.11

Rendimiento (Ren), peso de grano al 14% (PG), granos por metro cuadrado (Gm²), plantas con mazorca (PMz), granos por hilera (GH), tamaño de mazorca (TMz), diámetro de mazorca (DMz) y altura de planta (Apl), Coeficiente de variación C.V., diferencia significativa honesta (DSH) de Tukey al 5% de probabilidad.

4.1.5 Parcela La Sábila

En la parcela La Sábila los análisis de varianza (Cuadro 22), mostraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para todas las variables, excepto peso de grano que presento diferencia significativa ($P < 0.05$), indicándonos que existen diferencias entre genotipos. El coeficiente de variación (C.V.) para todas las variables presento valores bajos demostrando la confiabilidad de los datos.

Cuadro 22 Análisis de varianza Parcela La Sábila

Fuente de variación	Ren	PG	Gm ²	PMz	GH	TMz	DMz	Apl
Genotipos	4.96**	333.42*	991359.94**	291558441.56**	69.80**	3.45**	0.30**	541.66**
R²	0.51	0.19	0.62	0.60	0.62	0.32	0.58	0.33
C.V.	18.20	9.64	20.52	15.66	10.61	6.80	4.28	5.25
Promedio	4.83	121.70	1727.77	39626.62	28.01	13.58	4.68	215.31

Rendimiento (Ren), peso de grano al 14% (PG), granos por metro cuadrado (Gm²), plantas con mazorca (PcMz), granos por hilera (GH), tamaño de mazorca (TMz), diámetro de mazorca (DMz) y altura de planta (Apl), cuadrados medios CM, Coeficiente de determinación R², Coeficiente de variación C.V., **significancia al 1% de probabilidad, *significancia al 5% de probabilidad.

En la parcela la Sábila el promedio general de rendimiento de grano fue de 4.83 t/ha. La comparación de medias la prueba de diferencia significativa honesta de Tukey DSH al 0.05 de probabilidad se presenta en el Cuadro 23. El híbrido G2 con 5.65 t/ha en presento buenas características agronómicas como granos por metro cuadrado, plantas totales con mazorca por hectárea y altura de planta, mientras que para las variables peso de grano, granos por hilera, tamaño de mazorca y diámetro de mazorca fueron promedios similares a los promedios generales, el híbrido G5 presentó buenos promedios para las variables rendimiento de grano con 5.49 t/ha, granos por metro cuadrado, plantas totales con mazorca por hectárea, para la variable peso de grano y tamaño de mazorca presentaron valores similares a las medias generales. Los híbridos G7, G4, G1 y G3 presentaron promedios de rendimiento de grano iguales estadísticamente a la media general, al igual que el resto de variables, el híbrido experimental G6 fue el de menor rendimiento promedio.

Cuadro 23. Comparación de medias de rendimiento y variables agronómicas por genotipo, parcela La Sábila.

Genotipo	Ren	PG	Gm²	PMz	GH	TaMz	DMz	Apl
G2	5.65	123.55	2203.18	45795.46	29.18	13.48	4.68	223.09
G5	5.49	118.92	1933.32	46136.36	26.27	12.82	4.78	213.46
G7	4.92	124.23	1508.66	39772.73	25.09	13.28	4.93	208.55
G4	4.92	122.55	1819.31	40227.27	30.73	13.43	4.54	216.82
G1	4.66	121.47	1469.91	38181.82	25.46	13.45	4.65	216.46
G3	4.57	129.57	1810.12	35113.64	31.36	14.52	4.76	204.91
G6	3.61	111.62	1349.86	32159.09	28.00	14.11	4.42	223.91
Promedio	4.83	121.70	1727.77	39626.62	28.01	13.58	4.68	215.31
C.V.	18.20	9.64	20.52	15.66	10.61	6.80	4.28	5.25
DSH	0.45	7.60	157.05	2835.68	1.31	0.55	0.09	6.65

Rendimiento (Ren), peso de grano al 14% (PeG), granos por metro cuadrado (Gm²), plantas con mazorca (PMz), granos por hilera (GH), tamaño de mazorca (TaMz), diámetro de mazorca (DMz) y altura de planta (Apl), Coeficiente de variación C.V., diferencia significativa honesta (DSH) de Tukey al 5% de probabilidad.

4.2 Análisis de varianza combinado

En el Cuadro 24, se presentan los resultados del análisis de varianza combinado. Los resultados de este análisis, mostraron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) para las variables rendimiento de grano por genotipos, rendimiento de grano, peso de grano, granos por metro cuadrado, plantas con mazorca, granos por hilera y diámetro de mazorca, en cuanto a las variables, tamaño de mazorca, y tamaño de planta, el análisis de varianza nos indica que existe diferencia significativa. Con lo cual podemos señalar que existen diferencias entre ambientes y entre genotipos.

Cuadro 24. Análisis de varianza combinado

	CM	R ²	C.V.	F	P
Ren/Amb	57.64	0.620	33.22	154.820	< 0.0001**
Ren/G	57.64	0.124	33.22	8.927	< 0.0001**
PG	2095.29	0.059	16.79	3.956	<0.001**
Gm²	8698928.20	0.135	34.45	9.817	< 0.0001**
PMz	1651565320.94	0.122	25.36	8.739	< 0.0001**
GH	207.46	0.22	12.4	17.794	< 0.0001**
TMz	2.78	0.027	8.75	1.724	0.114*
DMz	0.38	0.095	5.17	6.641	< 0.0001**
Apl	1198.22	0.027	11.05	1.773	0.104*

Rendimiento por ambiente (Ren/Amb), rendimiento por genotipo (Ren/G), peso de grano al 14% (PG), granos por metro cuadrado (Gm²), plantas totales con mazorca por hectárea (PMz), granos por hilera (GH), tamaño de mazorca (TMz), diámetro de mazorca (DMz), altura de planta (Apl), Significancia al *0.05 y **0.01

4.2.1 Análisis de las diferencias mediante Diferencia mínima honesta de Tukey (DSH).

Con base en los resultados (Cuadro 25) en la comparación de medias determinamos que las parcelas tecnológicas La Palma, El Caporal, El Sauz y el promedio son iguales estadísticamente para la variable rendimiento, sin embargo las parcelas La palma y El Caporal presentaron rendimientos superiores numéricamente (2 t/ha) a la parcela El Sauz y a la media general. Pero si son diferentes estadísticamente de las parcelas La Nogalera y La Sábila que presentaron rendimientos bajos 6.77 y 4.83 t/ha respectivamente.

Cuadro 25. Comparación de medias de rendimiento entre ambientes

Ambiente	Ren/Amb
La Palma	10.37
El Caporal	10.28
El Sauz	8.27
La Nogalera	6.77
La Sábila	4.83
Promedio	8.1
C.V.	29.21
DSH (0.05)	2.72

Rendimiento promedio de cada ambiente (Ren/Amb)

De acuerdo con los resultados (Cuadro 26) en la comparación de medias a través de ambientes el híbrido G5 presentó el mejor rendimiento con 9.25 t/ha y con buenos caracteres de planta, mazorca y grano, el híbrido G7 presentó 9.03 t/ha y también con buenos caracteres de planta mazorca y grano y el híbrido G2 presentó 8.68 t/ha este híbrido estadísticamente igual a G5 y G7 pero estos dos superiores a la media general y los híbridos G2, G4, G1 y G3 mostraron rendimientos iguales estadísticamente a la media general y para la mayoría de las variables, el híbrido G6 presentó buenas características en cuanto a tamaño de mazorca y altura de planta, las variables granos por hilera y diámetro de mazorca presentaron igualdad con los promedios generales sin embargo la media de rendimiento fue baja con 6.23 t/ha y estadísticamente menor a la media general a través de ambientes.

Cuadro 26. Promedios generales de los genotipos evaluados

Genotipo	RenG	PG	Gm²	PMz	GH	TMz	DMz	Apl
G5	9.25	144.99	3155	63061	29	14.58	4.90	239.36
G7	9.03	149.62	2929	59464	30	14.73	4.92	236.16
G2	8.68	142.77	3279	61798	31	14.42	4.78	236.01
G4	8.03	136.89	2984	58567	32	14.23	4.77	232.54
G1	7.81	139.72	2638	55325	28	14.68	4.69	239.78
G3	7.68	135.90	3246	56921	33	14.49	4.77	229.50
G6	6.23	131.22	2162	46508	29	14.92	4.74	243.36
Promedio	8.10	140.16	2913	57378	30	14.58	4.80	236.67
C.V.	33.2	16.8	34.46	25.36	12.4	8.75	5.17	11.05
DSH	0.76	6.96	284.77	4159	1.03	0.38	0.07	5.57

Promedio de rendimiento general (RenG), peso de grano al 14% de humedad (PG), granos por metro cuadrado (Gm²), Plantas totales por hectárea con mazorca (PMz), granos por hilera (GH), tamaño de mazorca (TMz), diámetro de mazorca (DMz), altura de planta (Apl), D.S.H, diferencia significativa honesta de Tukey al 0.05 de significancia.

4.3 Correlación de variables de estudio

En la correlación de Pearson (Cuadro 27) se encontró que todas las variables presentaron correlación positiva, con valores de 0.471 a 0.890, al comprobar que nuestras variables presentan una correlación significativa se calculó el coeficiente de determinación r^2_{xy} (definido como el cuadrado del coeficiente de correlación), el cual nos permitió calcular los porcentaje que explican las variables que presentan una mayor correlación, la alta asociación positiva de 0.890 (89%) entre Ren vs PMz y 0.871 (87%) entre Ren vs Gm² podemos señalar que son las variables mayor correlacionadas al rendimiento de grano, sin embargo la mayor correlación se presenta entre las variables PMz y Gm² con 0.94 (94%).

Cuadro 27. Matriz de correlación de variables de Pearson

Variables	Apl	DMz	TMz	GH	PMz	Gm ²	PG	Ren
Apl	1	-0.028	0.220	0.409	0.662	0.655	0.150	0.573
DMz		1	0.559	0.095	0.150	0.172	0.771	0.471
TMz			1	0.434	0.204	0.318	0.780	0.515
GH				1	0.483	0.700	0.362	0.516
PMz					1	0.942*	0.304	0.890*
Gm ²						1	0.367	0.871*
PG							1	0.685
Ren								1

Apl; altura de planta, DMz; diámetro de mazorca, TMz; tamaño de mazorca, GH; graos por hilera, PMz; Plantas totales con mazorca por hectárea, Gm²; granos por metro cuadrado, PG; peso de grano al 14%, Ren; rendimiento.

*valores diferentes de 0, con significancia al 0.05

4.4 Interacción Genotipo Ambiente y Análisis de Estabilidad

4.4.1 Interacción genotipo x ambiente IGXA

Se realizo la prueba de Bartlett para determinar la homogeneidad de las varianzas al 95% de confiabilidad, obteniendo un valor de (0.55131391) resultando no significativo por lo que se confirmo que las desviaciones de la regresión presentan homocedasticidad, una vez confirmada la suposición, se realizo el análisis de varianza para detectar diferencias en el rendimiento de grano (Cuadro 28), entre genotipos, ambientes e IGXA (Cuadro 29), los resultados fueron altamente significativos $P < 0.001$. Por lo tanto los genotipos evaluados se comportaron de manera diferente en los ambientes de estudio.

Cuadro 28. Análisis de varianza variable rendimiento

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr>F
Modelo	84	2430.7525	28.93753	24.41	<.0001
Error	300	355.5983	1.18538		
Total	384	2786.3508			

Cuadro 29. Análisis de varianza interacción Genotipo Ambiente

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr>F
Amb	4	1726.77402	431.693505	364.2	<.0001
Rep(Amb)	50	84.79985	1.694997	1.43	0.038
Var	6	345.835261	57.63921	48.63	<.0001
Var*Amb	24	273.393373	11.391391	9.61	<.0001

4.4.2 Análisis de estabilidad

Una vez comprobada la IGXA, fue calculada la estabilidad y adaptabilidad de los genotipos mediante diferentes modelos (Cuadro 30). Así mismo se incluyen los cuadros de cada uno de los modelos en el Anexo.

Cuadro 30. Modelos de estabilidad utilizados

G	Ren	S^2di	b_i	D_i^2	W_i	σ^2i	Top	S_i^3	S_i^6	RS
G1	7.81248	5.82413	0.98827	7.31278	0.43118	-0.05620	0	1.13043	0.95652	6
G2	8.68701	7.65856*	0.89951	8.23219*	5.21875*	1.61945	40	4.57143	2.57143	9
G3	7.68856	7.55582*	0.97853	7.19378	1.77640*	0.41462	0	2.25000	1.50000	8
G4	8.03984	6.51205*	0.83490	7.61769	4.60309*	1.40397	20	3.00000	1.45455	9
G5	9.25824	7.63062*	1.20044	8.65125*	3.62996*	1.06337	80	3.00000	2.00000	5
G6	6.23830	5.65158*	0.94573	5.76010	1.83245*	0.43424	0	0.48485	0.48485	10
G7	9.03855	7.43804*	1.15262	8.45575*	7.36211*	2.36962	60	5.28571	2.42857	9

4.4.2.1 Eberhart and Russell

De acuerdo con este modelo (Cuadro A1), los híbridos G5 y G7 presentaron rendimientos uniformemente superiores a la media general con promedios de rendimiento superiores en 114.17% y 111.46%, respectivamente, los valores del coeficiente b_i resultaron no significativos, por lo cual $b_i=1.0$, indicando que todos los genotipos presentan adaptación general, y un valor estadístico de $S^2d_i \neq 0$, por lo cual son considerados genotipos inconsistentes o inestables con excepción de G1 el cual no presentó significancia por lo cual determinamos que presenta adaptación general y estabilidad.

4.4.2.2 Índice de conveniencia (D_i)

Los resultados estadísticos (Cuadro A2) nos revelan que los híbridos G5, G7 y G2 son los que presentan un mayor índice de conveniencia (D_i^2), además de presentar rendimientos superiores al rendimiento promedio, sus coeficientes de regresión no son diferentes a 1, indicando adaptabilidad de los genotipos.

4.4.2.3 Ecovalencia Wricke

El híbrido más consistente o estable según el modelo (Cuadro A3) fue G1 que presentó una ecovalencia cercana a cero, aunque su rendimiento promedio fue inferior a la media general, ubicándose en el rango No. 5, los híbridos G3 y G6 también presentaron un bajo valor de ecovalencia y un rendimiento inferior a la media general ubicándose en los rangos sexto y séptimo. Los híbridos inconsistentes o inestables según el modelo fueron G7, G2, G4 y G5.

4.4.2.4 Varianza de estabilidad de Shukla (σ^2i).

Los híbridos consistentes (estables) de acuerdo con este parámetro $\sigma^2i = \sigma^2_e$ lo cual implica que $\sigma^2i = 0$, (Cuadro A4) fueron G1, G6 y G3, los híbridos con baja estabilidad fueron G7, G6, G5 y G4, mientras que el híbrido G5 se ubicó en primer lugar en

rendimiento promedio mostró una baja estabilidad ubicándose en quinto lugar en la varianza de estabilidad.

4.4.2.5 Parámetro de superioridad (TOP) Fox.

De acuerdo con el modelo (Cuadro A5) el híbrido G5 fue el mejor adaptado y consistente, posicionándose en el tercio superior con un alto porcentaje de los ambientes (80%), seguido por el híbrido G7 (60%), los híbridos con valores medios identificados por este método fueron G1, G2, G3 y G4, respectivamente. El híbrido G6 fue el que presentó baja adaptación posicionándose en el tercio inferior en el 100% de los ambientes considerándose como no deseable.

4.4.2.6 Nassar and Huehn S_i^3 y S_i^6

De acuerdo con este análisis no paramétrico que combina rendimiento y estabilidad basado en el rango de rendimiento de cada híbrido en cada uno de los ambientes, cuyos valores oscilaron entre 0.48485 - 5.28571 y 0.48485 - 2.57143, respectivamente, los híbridos G6 y G1 obtuvieron bajos valores de S_i^3 y S_i^6 , por consiguiente estos híbridos fueron caracterizados como los más estables, no obstante haber obtenido un rendimiento medio por debajo de la media general. Mientras que los híbridos G5 y G7 fueron los que obtuvieron los promedios de rendimiento más altos, estos fueron catalogados como híbridos indeseables de acuerdo con los parámetros del modelo (Cuadro A6).

4.4.2.7 Suma de rangos (RS) de Kang

Basados en RS (Cuadro A7) los híbridos más estables fueron G5 y G1 ya que presentaron los valores más bajos de RS, en contraparte el genotipo experimental (G6) presentó el valor más alto indicando una gran inestabilidad.

4.4.3 Correlación de Spearman

Este coeficiente (Cuadro 31) nos permitió correlacionar dos variables por rangos en lugar de medir el rendimiento por separado en cada una de ellas (Martínez., 2009). El grado de correlación entre medidas paramétricas y no paramétricas con la variable rendimiento se muestran en el Cuadro 31. Se encontraron correlaciones significativas positivas entre el rendimiento (Ren) y los modelos TOP (<0.01), D_i^2 (<0.05), sugiriendo que los genotipos seleccionados por estos modelos son genotipos ideales.

Los modelos *Huhn* S_i^3 y *Huhn* S_i^6 , presentaron una buena correlación significativa con Ren, mientras que S_i^6 presentó una regular correlación con Ren, los resultados también mostraron correlaciones tanto positivas como negativas entre modelos, encontrándose una correlación perfecta entre la ecovalencia Wricke (W_i) y la varianza de estabilidad de Shukla (s^2i) (Bujak 2014). Las asociaciones con correlación positiva son: La estabilidad de Hühn S_i^3 y S_i^6 presentaron una alta asociación positiva ($r = 0,9018$). Así como D_i^2 y S_i^3 (0.9018). la estabilidad de *Huhn* S_i^3 y W_i presentaron buena correlación (0.8839), al igual que *Huhn* S_i^3 y s^2i (0.8839), *TOP* y D_i^2 (0.8214), las asociaciones que presentaron una correlación moderada son D_i^2 y *Huhn* S_i^6 (0.7857), W_i y *TOP* (0.7857), σ^2i y *Top* (0.7857), S^2di y *RS* (0.7773), S^2di y W_i (0.7500) y S^2di y s^2i , mientras que las que presentaron una correlación regular fueron; σ^2i y D_i^2 (0.7500), W_i y D_i^2 (0.7500), las asociaciones con correlación negativa son las siguientes; R^2_i y W_i (-0.8571), R^2_i y σ^2i (-0.8571) y finalmente S^2di y R^2_i (-0.7500).

Cuadro 31. Matriz de correlación de Spearman

	b_i	S^2di	W_i	σ^2i	<i>TOP</i>	D_i^2	<i>Huhn</i> S_i^3	<i>Huhn</i> S_i^6	<i>RS</i>
<i>Y</i>	0.4643	0.0714	0.6429	0.6429	0.8571**	0.9642*	0.8125	0.7500	-0.3620
b_i		-0.4643	-0.1071	-0.1071	0.3214	0.4286	0.1161	0.1786	-0.6405
S^2di			0.7500	0.7500	0.2143	0.2857	0.5625	0.2857	0.7773
W_i				1*	0.7857**	0.7500	0.8839**	0.7143	0.4559
s^2i					0.7857**	0.7500	0.8839**	0.7143	0.4559
<i>TOP</i>						0.8214**	0.7411	0.6786	-0.0048
D_i^2							0.9018*	0.7857	-0.2084
S_i^3								0.9018*	0.0666
S_i^6									-0.1013

Rendimiento (*Y*), Coeficiente de regresión lineal (b_i), varianza de los desvíos de la regresión (S^2di), Ecovalencia (W_i), Varianza de estabilidad (s^2i), *Parámetro de superioridad* (*TOP*), índice de conveniencia (D_i^2), *Nassar and Huehn* S_i^3 y S_i^6 , Suma de rangos de Kang (*RS*), * Significancia al 0.01, ** significancia al 0.05

4.5 Análisis económico y rentabilidad en los sistemas de producción.

Los cuadros completos para cada uno de los sistemas de producción se muestran en el Anexo Cuadros A8 a A12.

4.5.1 Región Centro

Se evaluaron dos parcelas de híbridos de maíz amarillo en la localidad de Nextipac, municipio de Zapopan, bajo condiciones de humedad residual. Los resultados obtenidos para la parcela La Palma, indican que se necesitan 6.778 t de grano para pagar los costos de producción (CP), cuyo valor fue calculado en \$22,029.00 por hectárea, y obteniendo un precio de venta de \$3,250.00 por tonelada. Observándose que todos los híbridos rebasaron este punto crítico. Sin embargo, los híbridos Canguro y Tigre, mostraron la mayor competitividad económica y el resto se ubicó en niveles intermedios. En cambio en la parcela El Caporal, los resultados indican que fueron necesarias las mismas 6.778 t de grano para costear los costos de producción, observándose que la mayoría de los híbridos superaron el punto de equilibrio (PE). Sin embargo, los híbridos G5 y G7 resultaron con mayor competitividad económica; en nivel intermedio se ubican los híbridos G4, G3, G2 y G1; finalmente, el híbrido G6, no obstante rebasar el punto de equilibrio, se consideran poco competitivos desde el punto de vista económico.

En la parcela La Palma (Cuadro 32), se obtuvo un rendimiento promedio de 10.37 t/ha de grano, con un costo de producción de \$22,029.50, un costo de producción por tonelada de \$2,154.00, y un precio de venta del grano de \$3,250.00 por tonelada y un ingreso bruto de \$33,719.00 y un ingreso neto de \$11,689, 00 alcanzando el punto de equilibrio en 6.778 t/ha obteniendo una relación de beneficio costo de 1.5, lo que interpretamos como por cada peso de inversión se obtienen 50 centavos de ganancia, en cuanto al análisis por material encontramos que el híbrido G5 presentó el mayor rendimiento estimado en 12.30 t/ha, con un costo de producción por tonelada de \$1,799.00 generando un ingreso bruto por hectárea de \$40,004.00 y un ingreso neto por hectárea de \$17,975.00, obteniendo una relación beneficio costo de 1.81, o por cada peso invertido genero una ganancia de 81 centavos, posicionándose como el híbrido más rentable

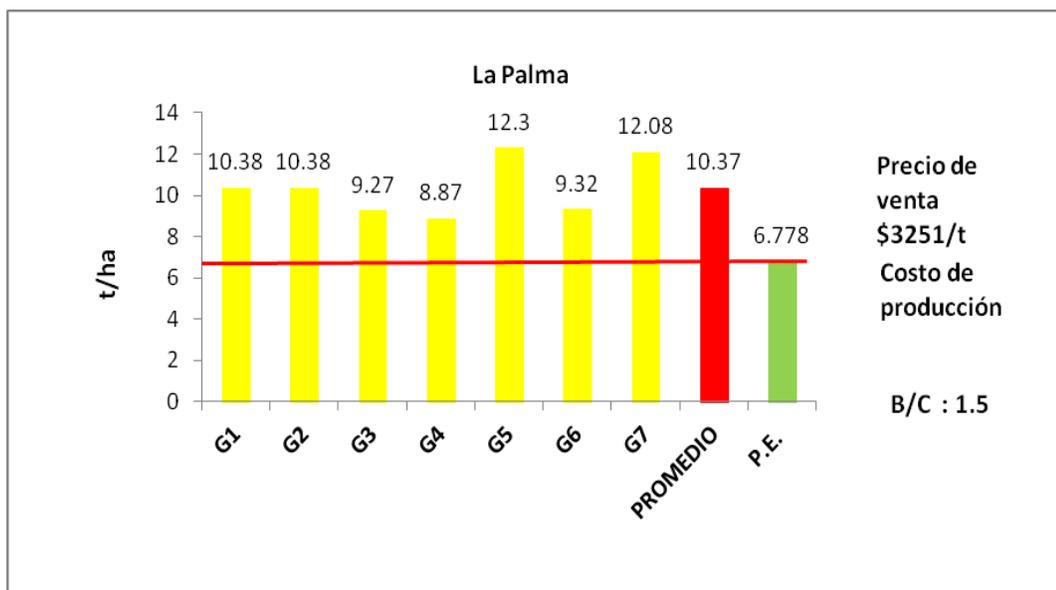
económicamente para esta parcela, el segundo material mejor posicionado fue el híbrido G7 con un rendimiento estimado en 12.83 toneladas por hectárea, con un costo de producción por tonelada de \$1,823.00 generando un ingreso bruto por hectárea de \$39,270.00 y un ingreso neto por hectárea de \$17,240.00, obteniendo una relación beneficio costo de 1.78, o por cada peso invertido genero una ganancia de 78 centavos. Los híbridos G1, G2, presentaron rendimientos intermedios cercanos al promedio general, los híbridos G6, G3 y G4, obtuvieron rendimientos por debajo del promedio general por lo tanto su relación beneficio costo fue de tan solo 1.3 o por cada peso invertido generaron ganancias por encima de los 30 centavos, considerándose un material no competitivo económicamente Figura 5.

Cuadro 32. Análisis de rentabilidad parcela La Palma

HIBRIDO	Rend. Est. ton/ha	Costo Prod. \$/ha	Costo/ton\$	I.Bruto \$/ha	I.Netto \$/ha	P. E. t/h	B/C
DK-2027Y	10.38	22029.5	2121	33751	11722	6.778	1.53
P-30F53	10.38		2121	33754	11725		1.53
P-30F53E	9.27		2376	30127	8098		1.37
P-2844	8.87		2483	28834	6804		1.31
CANGURO	12.30		1790	40004	17975		1.81
OMEGA-12 (T)	9.32		2364	30290	8260		1.37
TIGRE (Y)	12.08		1823	39270	17240		1.78
PROMEDIO	10.37	-	2154	33719	11689		1.52

Rendimiento estimado (Rend.Est.ton/ha), costo de producción (Costo.Prod.\$/ha), costo de producción por tonelada (Costo/ton\$), ingreso bruto hectárea (I. Bruto \$/ha), ingreso neto por hectárea (I. Neto \$/ha), punto de equilibrio (P.E.t/h) relación beneficio costo (B/C).

Figura 5. Gráfico punto de equilibrio La Palma



La imagen muestra el rendimiento promedio de cada uno de los genotipos evaluados en toneladas por hectárea (t/ha), El promedio de rendimiento general, el punto de equilibrio (P.E.), precio de venta en pesos mexicanos por tonelada, y la relación beneficio costo (B/C).

Para el caso de la parcela El Caporal (Cuadro 33), se obtuvo un rendimiento promedio de 10.28 t/ha de grano, con un costo de producción de \$22,029.50, un costo de producción por tonelada de \$2,180.00, y un precio de venta del grano de \$3,250.00 por tonelada y un ingreso bruto de \$33,429.71 y un ingreso neto de \$11,400.5, alcanzando el punto de equilibrio en 6.778 t/h obteniendo una relación de beneficio costo de 1.5, lo que interpretamos como por cada peso de inversión se obtiene 0.50 centavos de ganancia, en cuanto al análisis por material encontramos que el híbrido G5 presentó el mayor rendimiento estimado en 12.24 t/ha, un costo de producción por tonelada de \$1,799.00 generando un ingreso bruto por hectárea de \$39,803.00 y un ingreso neto por hectárea de \$17,773.00, obteniendo una relación beneficio costo de 1.81, o por cada peso invertido generó una ganancia de 81 centavos, posicionándose como el híbrido más rentable económicamente para esta parcela, el segundo material mejor posicionado fue G7 presentando un rendimiento estimado en 11.75 t/ha, un costo de producción por tonelada de \$1,875.00 generando un ingreso bruto por hectárea de \$38,187.00 y un ingreso neto por hectárea de \$16,158.00, obteniendo una relación beneficio costo de 1.73, o por cada peso invertido generó una ganancia de 73 centavos. Los híbridos G1, G2, G3 y G4, presentaron

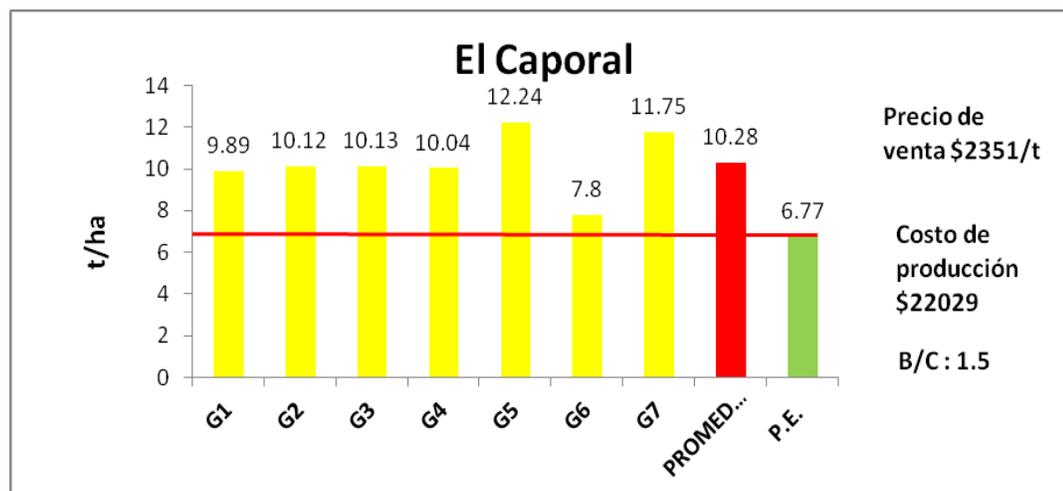
rendimientos intermedios cercanos al promedio general, y el híbrido G6 obtuvo bajo rendimiento por lo tanto su relación beneficio costo fue de 1.15 o por cada peso invertido solo genero ganancias por 15 centavos, considerándose un material no competitivo económicamente, Figura 6.

Cuadro 33. Análisis de rentabilidad parcela El caporal

HÍBRIDO	Rend.Est. ton/ha	Costo.Prod. \$/ha	Costo/ton\$	I. Bruto \$/ha	I.Netto \$/ha	P. E. t/h	B/C
DK-2027	9.89	22029.5	2226	32162	10132	6.77	1.46
P-30F53	10.12		2176	32896	10867		1.49
P-30F53E	10.13		2173	32948	10919		1.49
P-2844	10.04		2193	32646	10618		1.48
CANGURO	12.24		1799	39803	17773		1.81
OMEGA-12	7.80		2822	25366	3337		1.15
TIGRE	11.75		1875	38187	16158		1.73
PROMEDIO	10.28		2180	33429	11400		1.52

Rendimiento estimado (Rend.Est.ton/ha), costo de producción (Costo.Prod.\$/ha), costo de producción por tonelada (Costo/ton\$), ingreso bruto hectárea (I. Bruto \$/ha), ingreso neto por hectárea (I. Neto \$/ha), punto de equilibrio (P.E.t/h) relación beneficio costo (B/C).

Figura 6. Gráfico punto de equilibrio El Caporal



Tonelada por hectárea (t/ha), punto de equilibrio (P.E.), precio de venta en pesos por tonelada, relación beneficio costo (B/C)

4.5.2 Región Ciénega

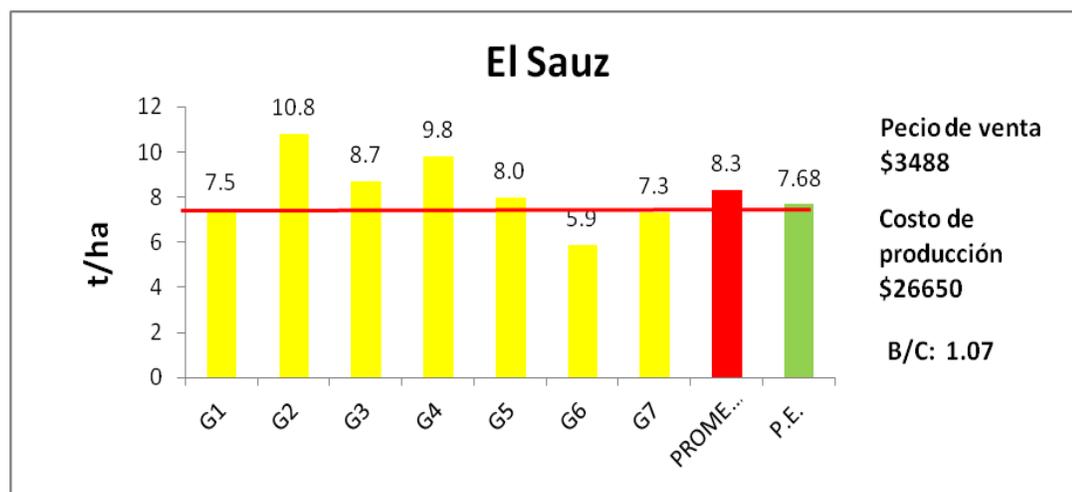
Para el caso de la parcela El Sauz (Cuadro 34), se obtuvo un rendimiento promedio de 8.3 t/ha de grano, con un costo de producción de 26,650.50, un costo de producción por tonelada de \$3,331.00 y un precio de venta del grano de \$3,471.00 por tonelada y un ingreso bruto de \$28,220.00 y un ingreso neto de \$ 1,569.00 alcanzando el punto de equilibrio en 7.68 t/ha obteniendo una relación de beneficio costo de 1.06, lo que interpretamos que por cada peso de inversión se obtuvieron solo 6 centavos de ganancia, en cuanto al análisis por material encontramos que el híbrido G2 presentó el mayor rendimiento con un estimado de 10.8 t/ha, con un costo de producción por tonelada de \$2,478.00 generando un ingreso bruto por hectárea de \$37,331.00 y un ingreso neto por hectárea de \$10,680.00, obteniendo una relación beneficio costo de 1.4, o por cada peso invertido genero una ganancia de 40 centavos, posicionándose como el híbrido más rentable económicamente en esta parcela, el segundo material mejor posicionado fue el híbrido G4 con un rendimiento estimado en 9.8 t/ha, presentó un costo de producción por tonelada de \$2,724.00 generando un ingreso bruto por hectárea de \$33,957.00 y un ingreso neto por hectárea de \$7,306.00, obteniendo una relación beneficio costo de 1.27, o por cada peso invertido genero una ganancia de 27 centavos. el híbrido G3, presentó rendimiento intermedio cercano al promedio general, el híbrido G5 aunque se ubico por debajo del promedio general se mantuvo apenas por encima del punto de equilibrio, mostrando una relación de beneficio costo de solo 1.04 o por cada peso invertido solo genero cuatro centavos de ganancia, los híbridos G1, G7 y G6 obtuvieron rendimientos por debajo del punto de equilibrio por lo tanto su relación beneficio costo vario de 0.77 a 0.97 indicando que generaron perdidas que fueron desde los 33 hasta los 3 centavos considerándoseles como materiales no competitivo económicamente para esta región (Figura 7). Cabe señalar, que esta parcela estuvo expuesta a excesos de humedad en el suelo; dando como resultado, un desarrollo heterogéneo de plantas y la presencia de enfermedades fungosas (*Fusarium* sp.) que afectaron mazorca y calidad de tallos.

Cuadro 34 Análisis de rentabilidad parcela El Sauz

	Rend. Est.	Costo Prod.	Costo/ton	I. Bruto	I. Neto	P. E.	
HIBRIDO	(ton/ha)	(\$/ha)	(\$)	(\$/ha)	(\$/ha)	(ton)	B/C
DK-2027	7.5	26,650.50	3575	25876	-774	7.68	0.97
P-30F53	10.8		2478	37331	10680		1.4
P-30F53E	8.7		3046	30368	3717		1.14
P-2844	9.8		2724	33957	7,306		1.27
CANGURO	8.0		3328	27792	1142		1.04
OMEGA-12	5.9		4512	20503	-6147		0.77
TIGRE	7.3		3656	25300	-1350		0.95
PROMEDIO	8.3	-	3331	28220	1569		1.06

Rendimiento estimado (Rend.Est.ton/ha), costo de producción (Costo.Prod.\$/ha), costo de producción por tonelada (Costo/ton\$), ingreso bruto hectárea (I. Bruto \$/ha), ingreso neto por hectárea (I. Neto \$/ha), punto de equilibrio (P.E.t/h) relación beneficio costo (B/C).

Figura 7. Gráfico punto de equilibrio El Sauz



La imagen muestra el rendimiento promedio de cada uno de los genotipos evaluados en toneladas por hectárea (t/ha), El promedio de rendimiento general, el punto de equilibrio (P.E.), precio de venta en pesos mexicanos por tonelada, y la relación beneficio costo (B/C).

4.5.3 Región Sur

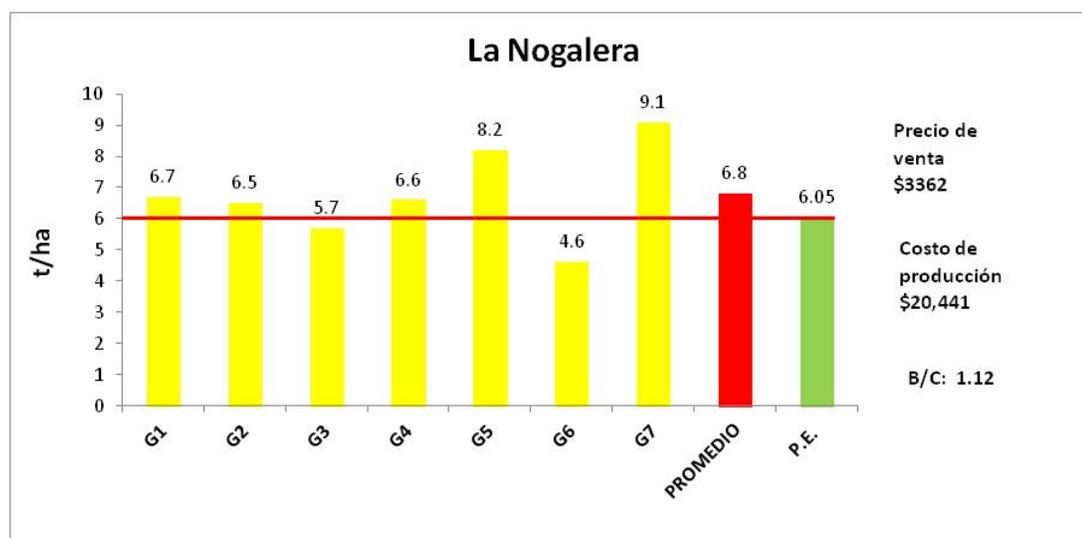
Para el caso de esta región, se evaluaron dos parcelas de maíz amarillo; una en el municipio de Gómez Farías y la otra en el municipio de Pihuamo, Jalisco. En ambos casos, se establecieron bajo condiciones de temporal; tomando en consideración, que Pihuamo es zona de temporal deficiente para maíz respecto a otras regiones estudiadas. Para el caso de la parcela La Nogalera (Cuadro 35), se obtuvo un rendimiento promedio de 6.8 t/ha de grano, con un costo de producción de \$20,441.00 un costo de producción por tonelada de \$3,151.00 y un precio de venta del grano de \$3,380.00, por hectárea, un ingreso bruto de \$22,896.00 y un ingreso neto de \$2,455.00 alcanzando el punto de equilibrio en 6.05 t/ha obteniendo una relación de beneficio costo de 1.12 lo que interpretamos que por cada peso de inversión se obtuvieron solo 12 centavos de ganancia, en cuanto al análisis por material encontramos que el híbrido G7 presentó el mayor rendimiento con un estimado de 9.1 t/ha, un costo de producción por tonelada de \$2,234.00 generando un ingreso bruto por hectárea de \$30,920.00 y un ingreso neto por hectárea de \$10,479.00, obteniendo una relación beneficio costo de 1.51, o por cada peso invertido genero una ganancia de 51 centavos, posicionándose como el híbrido más rentable económicamente en esta parcela, el segundo material mejor posicionado fue el híbrido G5 con un rendimiento estimado en 8.2 t/ha, presentó un costo de producción por tonelada de \$2,482.00 generando un ingreso bruto por hectárea de \$27,841.00 y un ingreso neto por hectárea de \$7,400.00, obteniendo una relación beneficio costo de 1.36, o por cada peso invertido genero una ganancia de 36 centavos. Los híbridos G1, G4 y G2 se mantuvieron muy cerca del punto de equilibrio con índices de beneficio costo de 1.08, 1.09, y 1.1 respectivamente indicando con esto que por cada peso invertido solo generaron una ganancia de 8, 9 y 10 centavos, los híbridos G3 y G6, obtuvieron rendimientos por debajo del punto de equilibrio por lo tanto su relación beneficio costo vario de 0.75 a 0.94 indicando que generaron perdidas que fueron desde los 25 hasta los 6 centavos por cada peso invertido, considerándoseles como materiales no competitivo económicamente para esta región Figura 8.

Cuadro 35. Análisis de rentabilidad La Nogalera

HÍBRIDOS	Rend. Est. (ton/ha)	Costo Prod. (\$/ha)	Costo/ton (\$)	I. Bruto (\$/ha)	I. Neto (\$/ha)	P. E. (ton/h)	B/C
DK-2027	6.7	20,441.40	3067	22528	2086	6.05	1.1
P-30F53	6.5		3133	22054	1613		1.08
P-30F53E	5.7		3579	19306	-1135		0.94
P-2844	6.6		3106	22244	1802		1.09
CANGURO	8.2		2482	27841	7400		1.36
OMEGA-12	4.6		4493	15379	-5062		0.75
TIGRE	9.1		2234	30920	10479		1.51
PROMEDIO	6.8	-	3156	22896	2455	-	1.12

Rendimiento estimado (Rend.Est.ton/ha), costo de producción (Costo.Prod.\$/ha), costo de producción por tonelada (Costo/ton\$), ingreso bruto hectárea (I. Bruto \$/ha), ingreso neto por hectárea (I. Neto \$/ha), punto de equilibrio (P.E.t/h) relación beneficio costo (B/C).

Figura 8. Gráfico punto de equilibrio La Nogalera



La imagen muestra el rendimiento promedio de cada uno de los genotipos evaluados en toneladas por hectárea (t/ha). El promedio de rendimiento general, el punto de equilibrio (P.E.), precio de venta en pesos mexicanos por tonelada, y la relación beneficio costo (B/C).

Para el caso de la parcela La Sábila (Cuadro 36), se obtuvo un rendimiento promedio de 4.8 t/h de grano, con un costo de producción de \$22,331.18 un costo de producción por tonelada de \$2,559.00 y un precio de venta del grano de \$3,300.00, un ingreso bruto de \$15,971.00 y un ingreso neto de \$3,639.00 alcanzando el punto de equilibrio en 3.7 t/ha obteniendo una relación de beneficio costo de 1.29 lo que interpretamos que por cada peso de inversión se obtuvieron solo 29 centavos de ganancia,

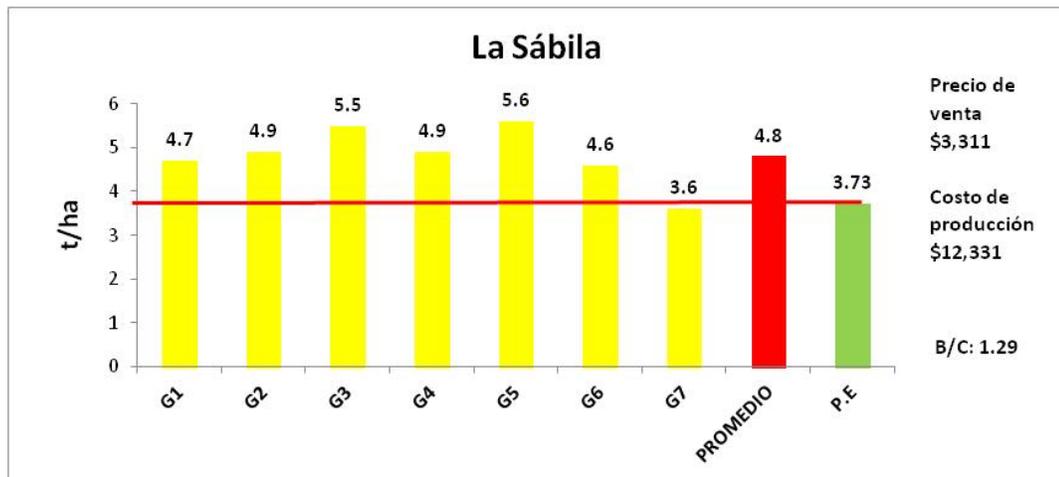
en cuanto al análisis por material encontramos que el híbrido G2 presentó el mayor rendimiento con un estimado de 5.6 t/ha, un costo de producción por tonelada de \$2,184.00 generando un ingreso bruto por hectárea de \$18,635.00 y un ingreso neto por hectárea de \$6,304.00, obteniendo una relación beneficio costo de 1.51, o por cada peso invertido genero una ganancia de 51 centavos, el segundo material mejor posicionado fue el híbrido G5 con un rendimiento estimado en 5.5 t/ha, presentó un costo de producción por tonelada de \$2,246.00 generando un ingreso bruto por hectárea de \$18,120.00 y un ingreso neto por hectárea de \$ 5,789.00, obteniendo una relación beneficio costo de 1.47, o por cada peso invertido genero una ganancia de 47 centavos. Los híbridos G4, G7 G3 y G1, presentaron rendimientos intermedios respecto a los híbridos con mayor rendimiento y el punto de equilibrio obteniendo índices de beneficio costo de 1.22 a 1.32 lo que nos indica que por cada peso invertido generaron ganancias que van de los 22 a los 32 centavos, el híbrido G6 presento un rendimiento por debajo del punto de equilibrio por lo tanto su relación beneficio costo fue de 0.96 indicando que genero perdidas a razón de 4 centavos por cada peso invertido, considerándosele como material no competitivo económicamente para esta región Figura 9.

Cuadro 36. Análisis de rentabilidad La Sábila

HÍBRIDOS	Rend. Est. (ton/ha)	Costo Prod. (\$/ha)	Costo/ton (\$)	I. Bruto (\$/ha)	I. Neto (\$/ha)	P. E. (ton)	B/C
DK-2027	4.7	12331.18	2614	15566	3235	3.737	1.26
TIGRE	4.9		2505	16243	3911		1.32
CANGURO	5.5		2246	18120	5789		1.47
P-2844	4.9		2507	16229	3892		1.32
P-30F53	5.6		2184	18635	6304		1.51
P-30F53E	4.6		2696	15091	2760		1.22
OMEGA-12	3.6		3416	11910	-421		0.96
PROMEDIO	4.8		2559	15971	3639		1.29

Rendimiento estimado (Rend.Est.ton/ha), costo de producción (Costo.Prod.\$/ha), costo de producción por tonelada (Costo/ton\$), ingreso bruto hectárea (I. Bruto \$/ha), ingreso neto por hectárea (I. Neto \$/ha), punto de equilibrio (P.E.t/h) relación beneficio costo (B/C).

Figura 9. Gráfico punto de equilibrio La Sábila



La imagen muestra el rendimiento promedio de cada uno de los genotipos evaluados en toneladas por hectárea (t/ha). El promedio de rendimiento general, el punto de equilibrio (P.E.), precio de venta en pesos mexicanos por tonelada, y la relación beneficio costo (B/C).

V DISCUSIÓN

La interpretación de los coeficientes de variación (C.V.) para cada una de las variables dentro de cada uno de los ambientes, se siguió la recomendación realizada por Vázquez y Caballero (2011), este coeficiente no fue utilizado para asociarlo con la calidad de conducción del experimento, el coeficiente fue utilizado como parámetro estadístico de tendencia, ya que mayormente se presentaron valores bajos e intermedios lo que podría reflejar un buen control del error. En cuanto al rendimiento de grano por localidad concordamos parcialmente con Morales (2011), quien señala que en los lugares de producción intensiva: como la Ciénega de Chapala, Valles Centrales y área de Ciudad Guzmán, pueden alcanzarse rendimientos superiores a las 6 t/ha, mediante la prueba de comparación de medias detectamos la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos y entre regiones, nuestros resultados muestran que, los híbridos G5 y G7 fueron los que mayor rendimiento de grano presentaron, en el 80% y 60% de los ambientes de prueba respectivamente, así como el híbrido G6 mostró el menor porcentaje de rendimiento y en ninguna de las cinco localidades presentó promedios significativos en el rendimiento de grano, el municipio de Pihuamo se encuentra en el distrito de Ciudad Guzmán (SIAP, 2015) en esta localidad presentó un promedio de rendimiento general inferior (4.83 t/ha) incluso al reportado por esta dependencia para el ciclo 2013 (5.2 t/ha), no así, los promedios de rendimiento individual para cada uno de los materiales evaluados, aunque la mejor expresión para la variable rendimiento de grano por localidad la obtuvieron las parcelas ubicadas en Tesistán, Zapopan, con 10.3 y 10.2 t/ha respectivamente, presentando igualdad estadística para esta variable, Morales (2011) considera que este rendimiento pudiera deberse al tipo de suelo presente en la región y ambiente.

Interacción Genotipo x Ambiente

Nuestros resultados en el análisis de varianza para en el rendimiento de grano, entre genotipos, ambientes e IGXA, mostraron diferencias altamente significativos concordando con Akcura et al. (2009) quien establece que esta significancia estadística de la IGxA sugiere que existen diferencias significativas en las respuestas de los genotipos a los ambientes, por lo cual el comportamiento de los híbridos evaluados fue diferente en cada uno de los ambientes de estudio (Abbott & Pistorale 2011). El método Eberhart and Russell indica que todos los genotipos estudiados son de adaptación general pero inconsistentes ya que presentan rendimientos promedio diferentes en cada una de las regiones de prueba y la Ecovalencia Wricke y la varianza de Shukla consideran que el híbrido más consistente (estable) fue G1 aunque su rendimiento promedio fue inferior a la media general, difiriendo con lo reportado por Bujak et al. (2014) donde indican que los métodos paramétricos S^2di , σ^2i y Wi pueden ser utilizados para cualquier tipo de estudio de estabilidad. Si bien estos modelos miden la estabilidad, sacrifican una cierta cantidad de rendimiento salvo el modelo propuesto por Hernández et al. (1993) que combina rendimiento y adaptabilidad, en el caso de este modelo G5, G7 y G2 presentaron los más altos índices ubicándose como los genotipos mas deseables, de los modelos no paramétricos utilizados solo los modelos S_i^3 y S_i^6 consideraron a el híbrido G6 como consistente (estable), mientras que el parámetro RS considero al híbrido G5 como el más estable, el parámetro Top caracterizó al híbrido G5 como el mejor adaptado, estos modelos no paramétricos presentan el inconveniente de que sacrifican cierta cantidad de estabilidad, aunque pueden ser utilizados como alternativa a las prueba paramétricas (Yue et al. 1997), por lo tanto la utilización de un modelo como SR puede ser una herramienta útil ya que combina ambas variables (estabilidad y rendimiento) y permite seleccionar los mejores materiales para cultivo de grano de alto rendimiento. De acuerdo con Segherloo et al. (2008), nuestros resultados de estabilidad obtenidos mediante D_i^2 no proporcionan información suficiente por si solos para llegar a una conclusión definitiva, por lo tanto la estabilidad y el rendimiento deben ser considerados simultáneamente para hacer la selección de la genotipos más precisa y refinada tal como lo hace la prueba RS.

De acuerdo con lo señalado anteriormente, podemos seleccionar los mejores genotipos con características agronómicas sobresalientes, adaptabilidad, estabilidad así como la variable más importante (rendimiento de grano por región), G5 es un híbrido intermedio/precoz que presentó una buena adaptabilidad mientras que no fue estable para la variable rendimiento, pero si consistente mostrando altos rendimientos en el 80% de los ambientes de prueba, seguido por G7 que también es un híbrido intermedio/precoz mostro buenas características en cuanto a rendimiento de grano en el 60% de los ambientes de prueba, mientras que el híbrido intermedio G2 reafirmo su adaptación a la zona Ciénega confirmando las características descritas por la casa productora, quien establece que fue desarrollado para la zona Ciénega, occidente de México y Nayarit, aunque destaco en la zona sur del estado en el municipio de Pihuamo, de acuerdo con estas características, el análisis financiero y costo beneficio, los siguientes materiales probaron ser los más rentables en cada una de las regiones de estudio, para la región Centro parcela la palma el híbrido G5 junto con G7 ambos de ciclo intermedio/precoz demostraron ser los materiales más redituables en relación al Beneficio/Costo de producción (B/C), estos materiales al presentar altos rendimientos disminuyen los costos de producción, incrementando con esto la relación beneficio costo concordando con García (2000) que establece que los productores más eficientes se caracterizan por presentar menores costos y altos rendimientos en la producción. La renta de la tierra y el pago de intereses son los principales factores que encarece la producción de grano ya que en las zonas de alta productividad como Zapopan, este rubro llega a representar hasta el 30% del valor total de la producción, mismas parcelas que no cuentan con seguro contra desastres, en cambio la parcela El Sauz ubicada en Poncitlán, este rubro representa el 21% del valor total de producción, con seguro incluido, reportándole ingresos hasta del 45% del ingreso bruto en las parcelas de alto rendimiento de Zapopan, mientras que para la parcela El Sauz representa tan solo el 28%. Con respecto al comportamiento de los híbridos evaluados se observo, que; tal como lo describe Espinosa et al. (2003), “en las áreas de muy buena productividad donde inciden precipitaciones favorables, contándose con suelos de buena fertilidad, conviene emplear híbridos trilineales” como se demostró con los híbridos G5 y G7 con altos rendimientos para la Región Centro (Zapopan), aun siendo materiales diseñados para estas áreas, demostraron su buen potencial en ambientes adversos

corroborando lo establecido por Ceccarelli (1989) “los genotipos con un alto potencial de rendimiento en condiciones óptimas también expresan su superioridad en condiciones limitantes” ya que estos mostraron un desempeño favorable en la región sur específicamente en los municipios de Gómez Farías y Pihuamo y sus rendimientos mostraron una buena relación en el análisis costo beneficio.

VI CONCLUSIONES

1. Existen en el mercado híbridos comerciales de maíz amarillo con alto rendimiento para las principales zonas productoras de maíz de México como una opción para los productores de Jalisco.
2. Los híbridos trilineales, G5 y G7 fueron consistentes en rendimiento de grano además presentaron buena adaptabilidad en las tres regiones productoras de maíz evaluadas en el estado de Jalisco.
3. El material G2 de cruce simple presenta adaptación a la zona Ciénega y la zona Sur específicamente al municipio de Pihuamo.
4. La región apta para alto rendimiento y de mejor costo beneficio fue la región centro en la que se encuentra ubicado el municipio de Zapopan.
5. En las zonas de estudio resulta económicamente viable la producción de grano amarillo siempre y cuando se utilicen los materiales adecuados y sobresalientes en cada región.
6. En el caso del híbrido experimental Omega 12 es necesario realizar pruebas en diferentes ambientes así como varios ciclos de producción para poder determinar con certeza la respuesta de este a ambientes contrastantes.

VII RECOMENDACIONES

Todo siembra exitosa comienza desde la preparación del terreno, realizando las labores requeridas, ya sean para mejorar la labranza en la agricultura convencional o en la agricultura de conservación con cero labranza, estas labores incluyen el tablonero, arado con discos, drenes, subsoleo, paso de rastra, nivelación de suelos, además es necesaria la realización de análisis periódico de suelos, ya que dependiendo de los resultados e interpretación de los mismos se puede realizar una fertilización específica y balanceada para cada una de las parcelas de cultivo, es de suma importancia incrementar la materia orgánica del suelo con la finalidad de mejorar la nutrición de nuestros cultivos. Es necesario llevar registros detallados de cada una de las parcelas, así como seguir las recomendaciones de densidad de siembra de la compañía semillera, además de realizar un adecuado control de plagas y malezas con la finalidad de Incrementar la cantidad de plantas con mazorcas a la cosecha. Para poder ser competitivos en la producción de grano, es necesario hacer uso de la tecnología disponible en la región, de la correcta ejecución del proceso dependerá el rendimiento obtenido y no solo de sembrar un buen híbrido.

VIII BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, L; y Pistorale S. (2011). Stability and adaptability analysis of characters of agronomical interest in selected genotypes of prairie grass (*Bromus catharticus*). *Agriscientia*, 28 (2): 109-117.
- AGROASEMEX. 1996. "Manual de estimación de cosechas" mimeógrafo, subdirección de promoción y ventas, dirección de seguro agrícola. México. pp 16.
- Akcura, M., y Kaya, Y. (2008). Nonparametric stability methods for interpreting genotype by environment interaction of bread wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.). *Genetics and Molecular Biology*, 31 (4): 906-913.
- Akçura, M., Kaya, Y. and Taner , S., (2009). Evaluation of durum wheat genotypes using parametric and non parametric stability statistics. *Turkish J. Field Crops*, 14(2): 111-122.
- Álvarez A. (2003). La industria del maíz en la Argentina. Estudio 1.EG.33.7 Componente B -10; Coord: R.Bisang y G. Gutman. Préstamo BID 925/OC-AR. Pre II. Coordinación del Estudio: Oficina de la CEPAL-ONU en Bs As, a solicitud de la Secretaría de Política Económica, Ministerio de Economía de la Nación, disponible en: <http://www.cepal.org/argentina/noticias/paginas/7/12267/informe337b10>.
- Ángeles A. H. H. (2000). Mejoramiento genético del maíz en México: El INIA, sus antecesores y un vistazo a su sucesor, el INIFAP. *Agricultura Técnica en México*, 26(1): 31-48.
- Arellano H. A. y Ortega P. C. (2005). Las Redes Sociotécnicas en Torno a la Investigación Biotecnológica del Maíz. *Convergencia*, 12(38): 255-276.

- ASF Auditoria Superior de la Federación. 2005. Informe del Resultado de la Revisión y Fiscalización Superior de la Cuenta Pública, Volumen 2, Sector Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Disponible en: <http://www.asf.gob.mx/Trans/Informes/ir2005i/Tomos/T4V2.pdf>, Fecha de consulta 31/05/15.
- Buckler E.S; Goodman, M.M., Holtsford, T.P., Doebley J.F., and Sánchez González, J.J. (2006). Phylogeography of the wild subspecies of *zea mays*. *Maydica* 51(1): 123-134.
- Bujak H., Nowosad, K., and Warzecha R. (2014). Evaluation of maize hybrids stability using parametric and nonparametric methods. *Maydica* 59(1): 170 -175.
- Camerarius, R. J. (1694). *De sexu plantarum epistola*. University of Tübingen, Germany. 78 p.
- Carroll W. A. (2013). *Food and Prosperity, Balancing Technology and Community in Agriculture*. Rockefeller Foundation, 249 p.
- Castañeda Z. Y., González M. A., Chauvet S. M. y Ávila C. J. F. (2014). Industria semillera de maíz en Jalisco. Actores sociales en conflicto. *Sociológica*, 29(83): 241-279.
- Castañon, G. (1994). Estudio de la estabilidad en líneas avanzadas y variedades de arroz (*Oryza sativa*) usando dos metodologías. *Agronomía Mesoamericana*, 5: 118-125.
- Ceccarelli, S. (1989). Wide adaptation: How wide?. *Euphytica*, Volume 40(3): 197-205.

- CENREMMAC. (1998). Informe del Centro Nacional de Rescate y Mejoramiento de Maíces Criollos, Correspondiente al Periodo 1992-1997, Fidel Márquez Sánchez, Luis Sahagún Castellanos, José A. Carrera Valtierra y Erasmo Barrera Gutiérrez.
- Chacón S. M. I. (2009). Darwin y la domesticación de plantas en las Américas: El caso del maíz y el frijol. *Acta Biológica Colombiana*, 14: 351-363.
- CIMMYT. (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F., México. 79 p.
- Colegio de Postgraduados, COLPOS. (2014). Línea de tiempo disponible en: http://www.colpos.mx/wb/index.php/conocenos/linea-de-tiempo#.Vd3pLvl_MSU. Última actualización, Lunes 10 Febrero de 2014 18:54.
- Crow J. F. (1998). 90 Years Ago: The Beginning of Hybrid Maize. *Genetics* 148: 923–928.
- Darwin, C. (1876). *The Effects of Cross and self Fertilization in the Vegteable Kingdom*. Ed. Jhon Murray, London. 220 p.
- De Vries, H. (1900). Sur la loi de disjonction des hybrides. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences (Paris)*, 130: 845-847.
- Díaz C. H. 1990. “Manual para estimar rendimientos de maíz y determinar el uso de la tierra en programas de desarrollo agrícola regional. Colegio de Posgraduados. CEICADAR-CEDERU. Puebla, México, 63 p.
- Donnet, L., López D., Arista J., Carrión F., Hernández V., y González A. 2012. El Potencial de mercado de semillas mejoradas de maíz en México. México. CIMMYT, pp 21.

- East, E. M. (1908). Inbreeding in corn report. Connecticut Agricultural Experiment Station. 419–428.
- East, E.M. (1909). The distinction between development and heredity in inbreeding. *American Naturalist*, 43:173-181.
- El Informador. 2015. Establecen parcelas demostrativas de maíz en siete municipios, disponible en: <http://www.informador.com.mx/jalisco/2010/179209/6/establecen-parcelas-demostrativas-de-maiz-en-siete-municipios.htm>.
- Espinosa A., y Sierra G. M. N. (2003). Producción y tecnología de semillas mejoradas de maíz por el INIFAP en el escenario sin la PRONASE. *Agronomía Mesoamericana*, 14(1): 117-121.
- Fernández M. J. A., Picado U. W. (2013). Batallas sin guerra. Asistencia técnica estadounidense y la modernización agrícola en América Latina de posguerra. XIV Congreso Internacional de Historia Agraria, Badajoz, 47 p.
- Figuroa. J. D., Narváez G. D. E., Mauricio S. A., Taba S., Gaytán M.M., Véles M. J.J., Rincón S.F. y Aragón C. F. 2013, Propiedades físicas del grano y calidad de los grupos raciales de maíces nativos (criollos) de México. *Rev. Fitotecnia Mexicana*, 36(3-A): 305 – 314.
- Financiera Rural. (2011). Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial Dirección Ejecutiva de Análisis Sectorial, Monografía de los Subproductos de la Molienda de Maíz, (Gluten, Germen, Fibra). México Disponible en:[http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADaMa%C3%ADzSubprod\(nov2011\)vf.pdf](http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADaMa%C3%ADzSubprod(nov2011)vf.pdf).

- Fox, P.N, Skovmand, B., Thompson, B.K., Braun H.J., y Cormier, R. (1990). Yield and adaptation of hexaploid spring triticale. *Euphytica*, 47(1): 57-64.
- García, F. (2000). Rentabilidad de la fertilización: algunos aspectos a considerar. *Informaciones agronómicas, instituto de la potasa y el fosforo*, 39: 1-6.
- Gaona R. A. L., y Barahona E. A. (2001). La Introducción de la genética en México: La genética aplicada al mejoramiento vegetal. *Asclepio*, 53(2): 23-44.
- García A. R. (2014). Para reconversión del maíz blanco a maíz amarillo. 94.5 mdp. *La Voz de Michoacán*, disponible en: <http://www.lavozdemichoacan.com.mx/para-reconversion-del-maiz-blanco-a-maiz-amarillo-94-5-mdp/>, Fecha de consulta 18/08/15.
- García, V. J. A., Castillo M. A., Ramírez, G. M. E., Rendón S. G., y Larqué S. M. U. (2001). Comparación de los procedimientos de Tukey, Duncan, Dunnett, Hsu y Bechhofer para selección de medias. *Agrociencia*, Volumen 35(1): 79-86.
- Gómez Biedma, S. M. y Vivo Soria, E., 2001. Pruebas de significación en Bioestadística, *Revista de Diagnóstico Biológico*, 50(4): 207-218.
- Hardy, G. H. (1908). Mendelian proportions in a mixed population. *Science*, 28: 49–50
- Hernández, C. M., Crossa, J. y Castillo, A. (1993). The area under function: An index for selecting desirable genotypes. *Theoretical and Applied Genetics*, 87(4). 409–415.
- Herrera T. F. (2013). Enfoques y Políticas de Desarrollo Rural en México. Una revisión de su constitución institucional. *Gestión y Política Pública*. 22 (1) 131-159.
- Hoffman, L., Baker, A. (2010). Market Issues and Prospects for U.S. Distillers' Grains: Supply, Use, and Price Relationships. *Economic Research Service/USDA*.

pp 37.

Instituto Mexicano del Maíz "Dr. Mario E. Castro Gil", 2014. (IMM). Disponible en:
<http://www.uaaan.mx/DirInv/Pagwebmaiz/Html/Intro.htm>.

INIFAP. (2012). Productos y servicios, maíz, semillas, recuperado de
<http://www.inifap.gob.mx/SitePages/default.aspx>, Última modificación: 03 de
Diciembre de 2012 a las 14:00, por Web máster.

INTA. 2010. Proyecto de eficiencia de cosecha, post cosecha e industrialización de los
granos, maíz cadena de valor agregado, alternativas de transformación e
industrialización, instituto nacional de tecnología agropecuaria. Actualización
tecnológica No. 54, Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, Córdoba
Argentina Disponible en:
[ttp://www.cosechaypostcosecha.org/data/folleto/FolletoMaizConValorAgregado](http://www.cosechaypostcosecha.org/data/folleto/FolletoMaizConValorAgregado).

Inzunza M. F. R. (2009). Aprendizajes pendientes para la transición Agroecológica en
la producción de maíz en Jalisco, México. Tesis para obtener el título de: Máster
en Agroecología., Baeza, Jaén, España.

Kang, M. S. (1988). A rank sum method for selecting high yield, stable corn types, Cereal
research communications, 16(1-2): 113-115.

Kelly, S. (2001). Davis Quality Manager Chippewa Valley Ethanol Company, Minnesota
Nutrition Conference Minnesota Corn Growers Association Technical Symposium
September 11.

Kiliç, H., Akçura, M., y Aktaş, H. (2010). Assessment of parametric and non- parametric
methods for selecting stable and adapted durum wheat genotypes in multi-
environments. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 38(3): 271-279.

- Kirchhoff, P. (1960). Mesoamerica. Sus límites geográficos, composición étnica y caracteres culturales. [en línea] Xalapa, Ver., Al fin liebre ediciones digitales. 2009. 12 pp. [Fecha de consulta 26/03/2015]. Disponible en: <http://alfinliebre.blogspot.com>.
- Krapovickas, A. (2010). La domesticación y el origen de la agricultura. *Bonplandia*, 19(2): 193-199.
- Luna F. M., y Gutiérrez S. J. R. (1998). Mejoramiento genético de maíz en México: el largo camino de la obtención de semillas mejoradas. *Agricultura Técnica Mexicana*, 24 (2). 195-198.
- Mariscal, M. (2014). Buscan liderazgo de maíz amarillo en 2015, *Crónica Jalisco*, disponible en: <http://www.cronicajalisco.com/notas/2014/33534.html>, fecha de consulta, 18/08/15.
- Márquez, S. F., y Larios R. J.. 1999. Modelo estratégico para la eficiencia productiva y transferencia tecnológica del maíz en Jalisco. Informe Técnico. Universidad Autónoma Chapingo. Centro Regional Universitario Occidente. CONACyT SIMORELOS. Fundación produce Jalisco, A. C. Guadalajara, Jalisco. 45p.
- Márquez S. F., (2008). De las variedades criollas de maíz (*Zea Mays* L.) a los híbridos transgénicos. I: Recolección de germoplasma y variedades mejoradas. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 5(2): 151-166.
- Luna, F. M., Martínez G. M. I., Gaytán B. R., Reyes M. L., Padilla R. J. S; Mayek P. N; (2004). Rendimiento de grano y forraje de maíces híbridos de riego en Aguascalientes y Zacatecas, México. *Agricultura Técnica en México*, 30: 53-61.
- Martínez Ortega, R. M., Tuya Pendás, L. C., Martínez Ortega, M., Pérez Abreu, A., Cánovas, A. M., (2009), El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 8(2): 0-0

- Matsuoka, Y., Vigouroux, Y., Goodman, M.M., Sánchez González J.J; Buckler, E.S., y Doebley, J.F; (2002). A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proc Natl Acad Sci USA* 99: 6080-4.
- Mendel, G. (1866). Versuche übe Pflanzhybriden. Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brün, Bd. IV für das Jahr 1865, Abhandlungen.
- Hussein Mohammed A., Bjornstad Åsmund., y Aastveit A. H. (2000). SASG 3 ESTAB: A SAS Program for Computing Genotype 3 Environment Stability Statistics. *Agronomy Journal*, 92:454–459.
- Morales V. J. (2011). El maíz comercial en Jalisco. Abasto campo ciudad. Una cadena agroalimentaria en movimiento, Instituto de Investigaciones Jurídicas. 2: 51-57.
- Muñoz Orozco, A. (2000). Método de cruza en maíz A x B de Edmundo Taboada Ramírez. *Agricultura Técnica en México*, 26(1): 17-30.
- Osorio G. N., López S. H., Gil M. A., Ramírez V. B., Gutiérrez R. N., Crespo P. G., y Montero P. A., (2012). Utilización, oferta y demanda de tecnología para producción de maíz en el Valle de Puebla, México. *Agricultura, Sociedad Y Desarrollo*, 9 (1): 55-69.
- Piperno, D. R., y Flannery, K. V. (2001). The earliest archaeological maize (*Zea mays* L.) from highland Mexico: New accelerator mass spectrometry dates and their implications. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98(4): 2101–2103.
- Piperno, D.R., Ranere AJ, Holst I, Iriarte J, Dickau R. 2009. Starch grain and phytolith evidence for early ninth millennium B.P. maize from the central Balsas river valley, Mexico. *Proc Natl Acad Sci USA* 106: 5019-5024.
- Polanco J.A., y Flores T. (2008). Bases para una política de I&D e innovación de la

cadena valor del maíz. Foro Consultivo Científico y Tecnológico, Primera edición: Junio de 2008, ISBN: 978-607-95050-2-8, Impreso en México.

Ramírez S. H. U., Meulenert P. A. R., y Gómez R. J. A. (2013). Actualización del Atlas Bioclimático del estado de Jalisco, Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, 82: 66-92.

Reyes C. P. 2000. Cincuenta Años de Investigación Agrícola de Maíz Para Tierra Caliente en México. Agricultura Técnica en México, 26(1): 49-62.

Rhoades M. M. (1933). An Experimental and Theoretical Study of Chromatid Crossing Over, Cornell University, Ithaca, New York.

Rodríguez, G. R. E., Ponce, M. J. F., Rueda, P. E. O., Avendaño, R. L., Paz H. J. J., Santillano C. J., y Cruz V.M. (2011). Interacción genotipo - ambiente para la estabilidad de rendimiento en trigo en la región de Mexicali, B.C., México. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 14(2): 543-558.

Rodríguez P. J. E., Sahagún C. J., Villaseñor M. H. E., Molina G. J. D., y Martínez G. A., (2005). La interacción genotipo \times ambiente en la caracterización de áreas temporeras de producción de trigo. Agrociencia, 39: 51-64.

Rudiño L. E., (2011). Desaprovecha México variedades mejoradas de maíz, La Jornada del Campo, Número 43, disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2011/04/16/mexico.html>, fecha de consulta: 9/05/2014.

Shukla, G.K. (1972). Some aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. Heredity, 28: 237-245.

Shull, G. H. (1908). The composition of a field of maize. American Breeders Association. 4: 296-301.

Shull, G. H. (1909). *Bursa bursa-pastoris* and *Bursa heegeri* biotypes and hybrids. Washington, D.C.: Carnegie Institution of Washington. 82 p.

Shull, G.H. (1914). Duplicate genes for capsule-form in *Bursa bursa-pastoris*. *Zeitschrift für induktive Abstammungs und Vererbungslehre*, 24: 1-13.

Sigrist R. y Widmer E. D. (2011). Vínculos de formación y transmisión del conocimiento en la botánica del siglo XVIII: Un análisis de las redes sociales. *REDES. Revista hispana para el análisis de redes sociales*, 21(7): 301-346.

Tosquy V. O. H., Palafox C. A., Sierra M. M., Zambada M. A., Martínez M. R., y Granados R. G. 2005. "Agronomic Performance Of Corn Hybrids In Two Municipalities Of Veracruz, México." *Agronomía Mesoamericana*, 16(1): 7-12.

SAGARPA. 2014. Anuncia SAGARPA incentivo a la inducción productiva de maíz amarillo en Guanajuato, Jalisco y Michoacán, disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/jalisco/boletines/2014/abril/Documents/2014B04006.PDF>.

Scapim C. A., Rodrigues O. V., de Lucca B. A., Damião C. C., de Bastos A. C. A., y Gonçalves V. M. C. (2000). Yield stability in maize (*Zea mays* L.) and correlations Among the parameters of the Eberhart and Russell, Lin and Binns and Huehn models. *Genetics and Molecular Biology*, 23(2): 387-393.

SEMADET. Información sobre municipios. Disponible en: <http://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/municipios>.

Sistema de Información Legislativa. (2002) SIL. Proyecto de decreto, por el que se derogan diversos artículos de las leyes sobre producción, certificación y comercio de semillas, y se ordena la extinción por liquidación del organismo público

descentralizado productora nacional de semillas, remitida por el c. Vicente Fox quesada, presidente de los estados unidos mexicanos, disponible en: http://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2002/12/asun_157219_20021205_843427.pdf, Fecha de consulta, 01/06/15.

Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2015. Cierre de la producción agrícola por cultivo, producción agrícola, Ciclo: cíclicos y perennes. Modalidad: riego + temporal, disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350.

Shukla, G.K. (1972). Some aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. *Heredity*, 28: 237–245.

Subsecretaria de Alimentación y Competitividad, Dirección General de Logística y Alimentación. 2012. Evolución de las importaciones de granos, disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/IMPOGRANOS.pdf>.

Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios (SFA), 2011. Perspectivas de largo plazo para el sector agropecuario de México 2011-2020, junio de Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Estudios/Paginas/estudios.aspxnica>.

Weinberg, W. (1908). Ueber den Nachweis der Vererbung beim Menschen. *Jahresh. Ver. Vaterl. Naturkd. Wuertemb.* 64: 369–382 (English translations in Boyer 1963 and Jameson 1977).

Wong, G. E. (2010). ¿Después de un análisis de variancia...qué? ejemplos en ciencia de alimentos, *agronomía mesoamericana*, 21(2): 349-356.

Wricke, G. (1962). Über eine Methode zur Erfassung der ökologischen Streubreite in Feldversuchen. *Pflanzenzucht*, 47: 92-96.

Wu, C. F. J. y Hamada, M. (2000). *Experiments: Planning, Analysis and Parameter Design Optimization*. New York: Wiley. 638 p.

Yue, G.L., Roozeboom, K.L., Schapaugh Jr. W.T., and Liang, G.H. (1997). Evaluation of soybean cultivars using parametric and nonparametric stability estimates. *Plant Breed*, 116: 271-275.

Zizumbo V. D., y García M. P. C. (2008). El origen de la agricultura, la domesticación de plantas y el establecimiento de corredores biológico-culturales en Mesoamérica. *Revista de Geografía Agrícola*, 41: 85-113.

ANEXO

Cuadro A1. Análisis Eberhart and Russell

G	Ren	Ren vs $\mu = 8.10$	S^2di	b_i	Interpretación
G1	7.81248	<	5.82413	0.98827	AG - IC
G2	8.68701	>	7.65856*	0.89951	AG - IC
G3	7.68856	<	7.55582*	0.97853	AG - IC
G4	8.03984	<	6.51205*	0.83490	AG - IC
G5	9.25824	>	7.63062*	1.20044	AG - IC
G6	6.23830	<	5.65158*	0.94573	AG - IC
G7	9.03855	>	7.43804*	1.15262	AG - IC

Genotipo (G), Rendimiento (Ren), comparación rendimiento por genotipo Vs promedio de rendimiento general (Ren vs $\mu = 8.10$), varianza de los desvíos de la regresión ($S^2d_i = 0$), coeficiente de regresión lineal ($b_i = 1.0$), adaptación general (AG), Inconsistente (IC), *significancia al 0.05 de probabilidad

Cuadro A2. Índice de conveniencia

Híbrido	Ren	D_i^2	b_i	P(b_i)
G1	7.81248	7.31278	0.98827	0.96059
G2	8.68701	8.23219*	0.89951	0.67706
G3	7.68856	7.19378	0.97853	0.92796
G4	8.03984	7.61769	0.83490	0.50506
G5	9.25824	8.65125*	1.20044	0.42688
G6	6.23830	5.76010	0.94573	0.81999
G7	9.03855	8.45575*	1.15262	0.53539

Rendimiento (Ren), índice de conveniencia (D_i^2), coeficiente de regresión (b_i), p valor de b_i (P(b_i)), *significativamente diferente al 0.05 de probabilidad.

Cuadro A3. Ecovalencia Wricke

Híbrido	W_i	Rango	Ren	Rango
1	0.43118	1	7.81248	5
3	1.77640*	2	7.68856	6
6	1.83245*	3	6.23830	7
5	3.62996*	4	9.25824	1
4	4.60309*	5	8.03984	4
2	5.21875*	6	8.68701	3
7	7.36211*	7	9.03855	2

Ecovalencia (W_i), rendimiento (Ren), *Significancia al 0.05 de probabilidad.

Cuadro A4. Varianza de estabilidad

Híbrido	σ^2i	Rango	Ren	Rango
1	-0.05620	1	7.81248	5
2	1.61945*	6	8.68701	3
3	0.41462*	2	7.68856	6
4	1.40397*	5	8.03984	4
5	1.06337*	4	9.25824	1
6	0.43424*	3	6.23830	7
7	2.36962*	7	9.03855	2

Varianza de estabilidad (σ^2i), *rendimeinto (Ren)*, *Significancia al 0.05 de probabilidad

Cuadro A5. Rangos estratificados de Fox

Genotipo	Top	Middle	Lower
G1	0	40	60
G2	40	40	20
G3	0	40	60
G4	20	40	40
G5	80	20	0
G6	0	0	100
G7	60	20	20

Tercio superior (Top), tercio medio (Middle), tercio inferior (Lower).

Cuadro A6. Nassar and Huehn S_i^3 y S_i^6

Genotipo	S_i^3	S_i^6
G1	1.13043	0.95652
G2	4.57143	2.57143
G3	2.25000	1.50000
G4	3.00000	1.45455
G5	3.00000	2.00000
G6	0.48485	0.48485
G7	5.28571	2.42857

Cuadro A7. Rangos de Kang (RS)

Genotipo	RS
G1	6
G2	9
G3	8
G4	9
G5	5
G6	10
G7	9

Cuadro A8. Análisis Financiero, Productor: Juan Sandoval C. Localidad: Nextipac Potrero: “El Caporal” Mpio. Zapopan, Jalisco. Región: Centro

CONCEPTO	Insumos y manejo	Unidad	Costo Unitario (\$)	No. U.	CostoTot .(\$)	%
Acondicionamiento del Terreno	Pasos de rastra	ha	450.00	5	2,250.00	
	Arada con discos	ha	900.00	1	900.00	
	Tabloneo	ha	300.00	1	300.00	
SUBTOTAL (1)					3,450.00	15.66
Siembra mecánica (13/05/13)	Semilla híbrida	saco	1,975.00	1.5	2,962.50	
	Siembra mecánica	ha	600.00	1	600.00	
SUBTOTAL (2)					3,562.50	16.17
Control de plagas 25dds(1)	Flash Ultra	litro	175.00	1.0	175.00	
	Aplicación mecánica	ha	150.00	1	150.00	
SUBTOTAL (3)					325.00	1.47
Control de Malezas 60dds (1)	Marvel	litro	195.00	2.0	390.00	
	Machetazo	litro	145.00	1.0	145.00	
	Aplicación manual	jornal	230.00	2.0	460.00	
SUBTOTAL (4)					995.00	4.52
FS (1) Nutrición 30dds (2)	Gallinaza	ton	1,200.00	0.800	960.00	
	Urea	ton	6,500.00	0.450	2,925.00	
SUBTOTAL (5)					4,335.00	19.68
Fletes y maniobras	Fletes y maniobras de insumos	ha	300.00	1	300.00	
SUBTOTAL (6)					300.00	1.36
Cosecha y acarreo	Trilla mecánica	ha	1,100.00	1	1,100.00	
	Flete de cosecha	ton	120.00	10.0	1,200.00	
SUBTOTAL (7)					2,300.00	10.44
Otros	Renta de la tierra	ha	6,000.00	1	6,000.00	
	Intereses (1.0% mensual)	mes	127.00	6	762.00	
SUBTOTAL (8)					6,762.00	30.69
GRAN TOTAL					22,029.50	100

Cuadro A9. Productor: Juan Sandoval C. Localidad: Nextipac Potrero: “La Palma” Mpio. Zapopan, Jalisco. Región: Centro

CONCEPTO	Insumos y manejo	Unidad	Costo Unitario \$	No.U.	CostoTot \$	%
Acondicionamiento del Terreno	Pasos de rastra	Ha	450.00	5	2,250.00	
	Arada con discos	Ha	900.00	1	900.00	
	Tabloneo	Ha	300.00	1	300.00	
SUBTOTAL (1)					3,450.00	15.66
Siembra mecánica (13/05/13)	Semilla híbrida	Saco	1,975.00	1.5	2,962.50	
	Siembra mecánica	Ha	600.00	1	600.00	
SUBTOTAL (2)					3,562.50	16.17
Control de plagas 25dds(1)	Flash Ultra	Litro	175.00	1.0	175.00	
	Aplicación mecánica	Ha	150.00	1	150.00	
SUBTOTAL (3)					325.00	1.47
60dds (1)	Marvel	Litro	195.00	2.0	390.00	
Control de Malezas	Machetazo	Litro	145.00	1.0	145.00	
	Aplicación manual	Jornal	230.00	2.0	460.00	
SUBTOTAL (4)					995.00	4.52
FS (1)	Gallinaza	Ton	1,200.00	0.800	960.00	
Nutrición 30dds (2)	Urea	Ton	6,500.00	0.450	2,925.00	
	Aplicación mecánica	Ha	450.00	1	450.00	
SUBTOTAL (5)					4,335.00	19.68
Fletes y maniobras	Fletes y maniobras de insumos	Ha	300.00	1	300.00	
SUBTOTAL (6)					300.00	1.36
Cosecha y acarreo	Trilla mecánica	Ha	1,100.00	1	1,100.00	
	Flete de cosecha	Ton	120.00	10.0	1,200.00	
SUBTOTAL (7)					2,300.00	10.44
Otros	Renta de la tierra	Ha	6,000.00	1	6,000.00	
	Intereses (1.0% mensual)	Mes	127.00	6	762.00	
SUBTOTAL (8)					6,762.00	30.69
GRAN TOTAL					22,029.50	100

Cuadro A10. Productor: Roberto Castellanos Valdivia Localidad: San Miguel Zapotitlán, Potrero: “El Sáuz” Mpio. Poncitlán. Región: Ciénega

CONCEPTO	Insumos/Fecha	Unidad	Costo (\$)	No. U.	Total (\$)	%
Acondicionamiento del terreno	Paso de rastra	ha	450.00	2	900.00	
	Drenes	ha	50.00	1	50.00	
	Subsuelo	ha	400.00	1	400.00	
SUBTOTAL (1)					1,350.00	5.06
Siembra mecánica (FS: 08/06/13)	Semilla híbrida	saco	1,800.00	1.5	2,700.00	
	Siembra mecánica	ha	500.00	1	500.00	
SUBTOTAL (2)					3,200.00	12.01
FS (1)	Thimet 15g	Saco (7.5kg)	502.5	2.0	1,005.00	
Control de plagas V4 (2) y enfermedades V7 (3) (suelo y planta)	Denim	Dosis	173.00	1	173.00	
	Denim	Dosis	173.00	1	173.00	
V9(4) V12 (5)	Karate	Dosis	224.00	1	173.00	
	Karate+Quilt	Dosis	889.00	1	889.00	
	Aplicación manual	jornal	200.00	4.0	800.00	
SUBTOTAL (3)					3,213.00	12.06
9dds	Lumax	litro	216.00	5.0	1,080.00	
Control de malezas 35dds	Aplicación mecánica	ha	150.00	1	150.00	
	Sansón	litro	665.00	1	665.00	
	Aplicación manual	jornal	200.00	1	200.00	
SUBTOTAL (4)					2,095.00	7.86
FS	12-16-14-10S	kg	475.0	7.90	3,752.50	
V6 (2)	Urea	kg	350.0	6.40	2,240.00	
Nutrición V12 (3)	Urea	kg	350.0	6.40	2,240.00	
	Lixiviado de lombriz	litro	80.0	3.00	240.00	
	Aplicación manual	jornal	200.00	2	400.00	
SUBTOTAL (5)					8,872.50	33.29
Fletes y maniobras	Flete de insumos	ha	200.00	1	200.00	
SUBTOTAL (6)					200.00	0.75
Cosecha mecánica y Acarreo	Trilla mecánica	ha	950.00	1	950.00	
	Flete de cosecha	ton	140.00	8.0	1,120.00	
SUBTOTAL (7)					2,070.00	7.77
Otros	Renta de la tierra	ha	3,000.00	1	3,000.00	
	Seguro	ha	1,300.00	1	1,300.00	
	Intereses (1.2% mensual)	mes	225.00	6	1,350.00	
SUBTOTAL (8)					5,650.00	21.20
GRAN TOTAL					26,650.50	100

Cuadro A11. Productor: León Elizondo Verduzco **Localidad:** “La Nogalera” Mpio. Gómez Farías, Jalisco. **Sist. de Prod.:** Temporal

CONCEPTO	Insumos/Fecha	Unidad	Costo Unitario (\$)	No. U.	Costo Tot. (\$)	%
Acondicionamiento del terreno	Paso de rastra	Ha	500.00	3	1,500.00	
	Subsileo	Ha	1,000.00	1	1,000.00	
SUBTOTAL (1)					1,500.00	7.34
Siembra Mecánica (20/06/13)	Semilla híbrida	saco	1,975.00	1.5	2,962.50	
	Siembra mecánica	Ha	500.00	1	500.00	
SUBTOTAL (2)					3,462.50	16.94
FS (1)	Toll (0.5kg)	dosis	240.00	1	240.00	
18ddg (2)	Cropirifos	litro	130.00	1	130.00	
Control de plagas	Arribo	litro	150.00	0.25	37.50	
	Aplicación mecánica	Ha	200.00	1	200.00	
SUBTOTAL (3)					607.50	2.97
30ddg (1)	Laudis(300ml)	dosis	720.00	1	720.00	
Control de maleza	Atrazina C-90	Kg	120.00	1	120.00	
	Sulfato de amonio	Kg	5.60	6.0	33.60	
	Aplicación mecánica	Ha	250.00	1	250.00	
SUBTOTAL (4)					1,123.60	5.49
Pre-siembra (1)	Plantiform (Fert. mineral)	ton	3,600.00	0.500	1,800.00	
	Aplicación mecánica (voleo)	Ha	150.00	1	150.00	
FS (2)	Star (Fert. granulado)	ton	6,175.00	0.250	1,543.75	
40ddg(3)	Agribat (foliar)	litro	130.00	2.0	260.00	
Fertilización	Greensol NPK (12-43-12)	Kg	21.40	3.0	64.20	
	Surfacid (Adherente)	litro	73.70	0.5	36.85	
	Rino (insecticida)	litro	140.00	0.25	35.00	
55ddg (4)	Urea	ton	6,600.00	0.300	1,980.00	
	Aplicación mecánica	Ha	250.00	1	250.00	
SUBTOTAL (5)					6,119.80	29.94
Fletes y maniobras	Fletes y maniobras de insumos	Ha	100.00	1	100.00	
SUBTOTAL (6)					100.00	0.49
Cosecha mecánica y Acarreo	Trilla mecánica	Ha	1,000.00	1	1,000.00	
	Flete de cosecha	ton	180.00	7.0	1,260.00	
SUBTOTAL (7)					2,260.00	11.05
Otros	Renta de la tierra	Ha	4,500.00	1	4,500.00	
	Intereses (1.2% mensual)	mes	128.00	6	768.00	
SUBTOTAL (8)					5,268.00	25.77
GRAN TOTAL					20,441.40	100

Cuadro A12. Productor: J. Manuel González González Localidad: “P. Lázaro Cárdenas” Mpio. Pihuamo, Jalisco. Sist. de Prod.: Temporal. Potrero: “La Sábila”

CONCEPTO	Insumos/Fecha	Unidad	Costo Unitario (\$)	No. U.	Costo Tot. (\$)	%
Preparación del terreno	Pasos de rastra	ha	500.00	2	1,000.00	
SUBTOTAL (1)					1,000.00	8.11
Siembra Mecánica	Semilla mejorada (V-526)	saco	450.00	1.5	675.00	
(14 y 16/07/13)	Siembra mecánica	ha	500.00	1.0	500.00	
SUBTOTAL (2)					1,175.00	9.53
FS (1)	Lorsban (plagas del suelo)	saco	230.00	1.0	230.00	
20dds (2)	Palgus	dosis (75ml)	130.00	1.0	130.00	
	Foliar	kg	45.00	2.0	90.00	
	Aplic. Mecánica	ha	200.00	1.0	200.00	
Control de plagas	35dds (3) Palgus	dosis (75ml)	130.00	1.0	130.00	
	Aplic. Mecánica	ha	200.00	1.0	200.00	
	47dds (4) Palgus	dosis (75ml)	130.00	1.0	130.00	
	Aplic. Mecánica	ha	200.00	1.0	200.00	
SUBTOTAL (3)					1,310.00	10.62
1dds (1)	Caña-Z	litro	106.00	3.0	318.00	
Control de maleza	Fuego	litro	75.00	2.0	150.00	
	Aplic. Mecánica	ha	250.00	1.0	250.00	
25dds (2)	Sansón	litro	700.00	1.0	700.00	
	Aplic. Mecánica	ha	250.00	1.0	250.00	
SUBTOTAL (4)					1,668.00	13.52
FS (1)	16-16-16	ton	9,000.00	0.250	2,250.00	
Nutrición	30dds (2) Sulfato de amonio	ton	4,600.00	0.250	1,150.00	
	Aplic. Mecánica	ha	250.00	1.0	250.00	
SUBTOTAL (5)					3,650.00	29.60
Fletes y maniobras	Fletes y maniobras	ha	200.00	1.0	200.00	
SUBTOTAL (6)					200.00	1.62
Cosecha Mec. y acarreo	Trilla mecánica	ha	1,000.00	1.0	1,000.00	
	Acarreo	ton	200.00	4.0	800.00	
SUBTOTAL (7)					1,800.00	14.60
Otros	Intereses (1.0 % mensual)	mes	88.03	6	528.18	
	Renta de la tierra	ha	1,000.00	1.0	1,000.00	
SUBTOTAL (8)					1,528.18	12.39
GRAN TOTAL					12,331.18	100