

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Correlaciones Fenotípicas Entre Variables Agronómicas de un Grupo de Híbridos  
Experimentales de Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench)

Por:

**GERARDO CORDERO ÁVILA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre, 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Correlaciones Fenotípicas Entre Variables Agronómicas de un Grupo de Híbridos  
Experimentales de Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench)

Por:

**GERARDO CORDERO ÁVILA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dr. Enrique Navarro Guerrero

Asesor Principal

M.C. Luis Ángel Muñoz Romero

Coasesor

M.C. Enrique Gustavo Charles Cárdenas

Coasesor

Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 2018

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme vida, salud, bendiciones y no dejarme solo en el transcurso de mi camino.

A mi UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO: por haber sido la base de mis conocimientos y formarme como profesionista.

Al Doctor Enrique Navarro Guerrero, por todo el apoyo brindado durante mi estancia en la Universidad, así como en la realización y revisión de esta tesis.

Al M.C. Luis Ángel Muñoz Romero, por el apoyo mostrado en la realización y revisión de esta tesis.

Al M.C. Modesto Colín Rico, por su apoyo en cuestiones, tanto personales, como académicas durante mi paso por la universidad.

A todos los maestros del departamento de FITOMEJORAMIENTO por brindarme sus conocimientos para formarme como un profesionista competitivo.

A mis amigos, Uriel Martínez, Erick González y Fernando Paz, por su apoyo y amistad brindados durante esta etapa así como a los demás amigos que fui conociendo en la Banca de Tamaulipas.

A mis amigos, Ángel Córdoba, Héctor Larios, Esnelia Chávez, Jaqueline Cortes, Teresa Cervantes, Paola Navarro, Edu, Toro, Julio, por su amistad brindada en momentos de tensiones, diversiones y dado el caso académicamente, a todos, GRACIAS.

A Alejandra Yatziri por su apoyo mostrado durante mi estancia en esta universidad apoyándome en momentos de dificultades personales así como académicas, por permitirme compartir gratos momentos, por todo muchas GRACIAS.

A mis compañeros de casa y amigos, Jesús Vargas, Héctor Reyes, que fueron un gran apoyo en momentos de dificultades de todo tipo con los cuales conformamos un buen equipo, GRACIAS.

## DEDICATORIAS

A mi padre Gerardo Cordero Escamilla por haberme formado de una manera la cual sea un hombre de bien y por su apoyo mostrado durante esta etapa, apoyándome en los momentos de dificultades sin dejarme un momento, aconsejándome de la mejor manera posible. Eres un gran ejemplo a seguir, por todo muchas gracias.

A mi madre María del Socorro Ávila Martínez por haberme dado la vida y permitirme compartir momentos contigo, por tus buenos consejos, enseñanzas y cariño, gracias MAMA.

A mis hermanos: Jonathan Esaú y Alejandro, por brindarme su apoyo y su cariño durante este tiempo, y poder seguir compartiendo momentos juntos a pesar de las dificultades y la distancia.

A mis abuelos: Roberto de Jesús Cordero Cuellar (+), Bibiana Escamilla Pedroza, María de la Luz Martínez, Tiburcio Ávila, por siempre tratar de apoyarme y llevarme por el camino de bien y cabalidad.

A mis tíos: Luis Ávila, Mayela Cordero, Roberto Cordero, Armando Cordero, Dolores Cordero, por sus consejos y apoyo brindado durante esta etapa y a lo largo de mi vida.

A los demás integrantes de mi familia, tíos, primos, que son un gran apoyo durante mi vida personal y por consecuente profesional a todos gracias.

# INDICE DE CONTENIDO

Capítulo 1 AGRADECIMIENTOS .....	i
Capítulo 2 DEDICATORIAS .....	iii
Capítulo 3 RESUMEN .....	vi
Capítulo 4 INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos del trabajo:.....	2
Hipótesis probadas:.....	2
Capítulo 5 II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Capítulo 6 III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	12
3.1 Descripción del área del experimento .....	12
3.2 Labores culturales .....	14
3.3. Variables evaluadas.....	15
3.4 Diseño experimental .....	17
Capítulo 7 IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	20
Capítulo 8 V. Conclusiones .....	35
Capítulo 9 VI. LITERATURA CITADA .....	36
Capítulo 10 VII. APÉNDICE .....	39



## RESUMEN

El presente estudio consistió en la evaluación de 56 híbridos experimentales de sorgo en Roque, Guanajuato. 2015. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones con unidades experimentales de dos surcos de 5 m de largo con una separación de .80 cm. Tanto los riegos como fertilización y control de malezas y manejo en general fueron de acuerdo a los estándares que se manejan en la región. Los objetivos fueron correlacionar las variables de interés y cuantificar el potencial de los híbridos experimentales. Se observó que todas las correlaciones fueron significativas ( $P \leq .05$  y  $P \leq .01$ ) a excepción de días a floración con altura de planta, destacan por su magnitud la correlación de días a flor con tamaño de panoja ( $r = .42^{**}$ ) ya que esta se considera moderada no siendo así para el resto de las correlaciones ya que la mayoría se consideran débiles (días a flor con rendimiento  $r = .35^{**}$ , altura de planta con tamaño de panoja  $r = -.20^{**}$  y tamaño de panoja con rendimiento  $r = .22^{**}$ ). los híbridos experimentales para días a floración debajo de la media fueron los híbridos 23, 27, 36 y 10 ( 82 días-85); mientras que para altura de planta destacan los híbridos 31, 29, 24 y 15 (129 cm-135). Los híbridos experimentales que exhibieron en mayor tamaño de panoja fueron 43, 33, 40 y 51 (33 cm-29). Aquellos híbridos que destacaron por sus altos rendimientos fueron los híbridos fueron 52, 41, 37 y 35 (14 ton ha<sup>-1</sup>-13).

## I. INTRODUCCIÓN

*Sorghum bicolor* (L.) Moench es una planta originaria de la India, es de las familias de las gramíneas con su caña de 1.5 m de altura, llenas de un tejido blanco, su principal uso es como alimento del ganado. La mayor parte se utiliza para la preparación de harina de sorgo sola o en harinas compuestas para la fabricación de galletas, alfajores y pan.

En el año 2016 México fue el cuarto productor de sorgo a nivel mundial, lo cual se vio reflejado en la producción aproximadamente con cinco millones de toneladas, donde se cubrió un aproximado de 60% del requerimiento nacional.

Los principales estados productores en México son Tamaulipas que es el principal productor con un 40.2 por ciento, lo cual representa un volumen de 2.0 millones de toneladas. En segundo lugar se encuentra Guanajuato con 15.9 por ciento y un volumen de 0.8 millones de toneladas, el tercer lugar lo ocupa Sinaloa con un 13.3 por ciento y un volumen de 0.7 millones de toneladas. Cabe mencionar que en la mayoría de los estados se siembra este cultivo, pero por las zonas y las épocas de siembra no se tienen los mismos rendimientos que en los de mayor importancia mencionados anteriormente.

Gracias a la gran importancia que ha tenido este cultivo en México se tienen pocas restricciones hacia la comercialización del mismo, aunque la producción ha ido en incremento, Estados Unidos sigue siendo el principal abastecedor de este grano.

La necesidad de aumentar la producción de cereales a nivel mundial para la contribución de la seguridad alimentaria y cubrir las demandas de la sociedad, ha propiciado que se busquen nuevas alternativas para incrementar los rendimientos así como la utilización de nuevas técnicas y variedades nuevas que sean resistentes para zonas poco favorables y que ayuden a la producción nacional tanto como mundial.

Objetivos del trabajo:

- 1) Estimar las correlaciones fenotípicas entre variables agronómicas.
- 2) Identificar híbridos experimentales con características agronómicas sobresalientes.

Hipótesis probadas:

Para pares de variables agronómicas

Ho: No hay correlación entre las variables agronómicas.

H1: Si hay correlación entre las variables agronómicas.

Para medias de híbridos experimentales

Ho: Medias experimentales iguales.

H1: Existe diferencia entre medias experimentales.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Correlación

Son los cambios entre variables, donde si una variable se modifica la otra también tendrá un cambio, por ejemplo cuando una de las variables tiene una modificación y esto repercute en el incremento de la otra, podemos decir que las variables están correlacionadas positivamente, aunque también existe el caso de que si una variable aumenta y la otra disminuye se dice que tenemos una correlación negativa. (Guzmán, 1996).

Cuando se realizan determinaciones de dos o más caracteres, en una o más variedades, se pueden establecer si existe alguna relación entre esos caracteres y que cuando su valor sea igual a cero no existirá una correlación y a 1 o -1 cuando la correlación sea completa.

El coeficiente de correlación esta denotado por ( $r$ ), y este puede ser positivo o negativo de acuerdo con la covarianza, y tiene como valor máximo absoluto a la unidad  $-1 \leq r \leq 1$ . (Guzmán, 1996).

Si  $r = 1$ , es una correlación perfecta

Si  $0 < r < 1$  son correlaciones normales.

Es de suma importancia conocer si al momento que nosotros seleccionamos una característica esta no se modifica con la que estamos buscando que se dé una correlación, ya que estos esfuerzos serian no tendrían sentido por parte del mejorador, en otro caso sería el que la correlación sea positiva donde una característica o variable ayude a otra a obtener mejores resultados. (Paccapelo, 2004).

Uso de la correlación: ayuda a estimar los coeficientes de correlación fenotípica ( $r_f$ ) y genotípica ( $r_G$ ) para obtener caracteres que favorezcan el rendimiento de algún cultivo en específico, así como nos ayuda a determinar si la dependencia es aceptable.

Como se mide la correlación: El coeficiente de correlación esta denotado por ( $r$ ), y este puede ser positivo o negativo de acuerdo con la covarianza, y tiene como valor máximo absoluto a la unidad  $-1 \leq r \leq 1$ . Y se calcula con la formula  $r = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X \sigma_Y}$  (Guzmán, 1996).

## 2.2. Aplicación de la correlación en el mejoramiento de plantas: sorgo, maíz, trigo, otros cultivos

En Chile pimiento (*Capsicum annuum L.*) en el cual se estimaron las correlaciones genotípicas y fenotípicas para los pares de caracteres posibles en diez cultivares de pimiento y sus 45 híbridos, donde se observaron correlaciones entre rendimiento por planta y número de frutos por planta, donde se observaron correlaciones entre rendimiento por planta y número de frutos por planta ( $r_G=0.56^{**}$ ;  $r_F=0.75^{**}$ ). Donde también el número de frutos por planta, presenta correlaciones fenotípicas ( $r_F= -0.75^{**}$  y  $-0.73^{**}$ ) y genotípicas ( $r_G=-0.85^{**}$  y  $-0.84^{**}$ ) las cuales fueron altas y negativas con el peso promedio del fruto y peso promedio del lóculo. Las correlaciones fenotípicas ( $r_F= -0.4$  n.s.) y genotípica ( $r_G= 0.38^{**}$ ) negativas entre el rendimiento y el peso promedio del fruto, nos dice que hay dificultad para mejorar la producción aumentando el tamaño del peso del fruto, como consecuencia, la selección simultánea por alto rendimiento por planta con frutos grandes será difícil. (Echeverría, 1998).

En maíz Ligarreto, (1998) evaluó características cuantitativas en las siguientes variables

**Tabla 4.** Resumen de las variables cuantitativas correlacionadas en la caracterización de 25 accesiones de maíz de la zona andina.

<b>Caracteres</b>	<b>Coefficiente de correlación (%)</b>
Altura de la mazorca superior - Altura de la planta	0.82 **
Nudos por planta - Altura de la planta	0.60 **
Distancia apical - Longitud de las brácteas	0.60 **
Longitud de la lámina foliar - Longitud del eje central de la espiga	0.63 **
Peso del grano de la mazorca - Peso de la mazorca	0.92 **
Floración masculina - Floración femenina	0.96 **

\*\* altamente significativas ( $P < 0.01$ ).

En donde los caracteres con mayor grado de asociación fueron épocas de floración masculina y femenina ( $r=0.96$ ); peso del grano y peso de la mazorca ( $r=0.92$ ), altura de la mazorca superior y altura de planta ( $r=0.82$ ). Donde los resultados obtenidos nos permiten afirmar que la colección andina, con sus genotipos evaluados en el estudio, nos dice que existe variabilidad cuantitativa en cuanto a atributos relacionados con la productividad.

En otro estudio realizado por Ramírez (1998) sobre correlaciones fenotípicas entre líneas y mestizos de maíz, se encontraron una baja correlación en la cual fueron significativas algunas variables en las líneas intermedias evaluadas como es el caso para mazorcas/planta, floración masculina y femenina y el porcentaje de mazorcas podridas, en cambio en los mestizos intermedios solamente hubo significancia para mazorcas podridas y porcentaje de ataque de carbón en la espiga, también las correlaciones genéticas esperadas entre líneas evaluadas en mestizos en S3 y S4 con respecto a la generación S? fue de 0.94 y 0.97, respectivamente, el cual ayuda a explicar porque los mejoradores de maíz prefieren realizar pruebas tardías.

**Cuadro 3.** Correlaciones fenotípicas entre el rendimiento de grano y otras características agronómicas en líneas de maíz de ciclo intermedio y de ciclo tardío evaluadas *per se* y en mestizos (línea x probador). Promedio de dos localidades.

Correlación	Líneas intermedias		Líneas Tardías	
	<i>Per se</i>	Mestizo	<i>Per se</i>	Mestizo
Rend : HC	-0,04 NS	0,01 NS	-0,14 NS	-0,18 NS
" "" : MPP"	0,49 **	0,15 NS	0,78 **	0,51 **
" "" : FM"	-0,31 *	-0,18 NS	-0,38 **	0,14 NS
" "" : FF"	-0,51 **	-0,17 NS	-0,50 **	0,03 NS
" "" : APL"	0,21 NS	0,08 NS	0,34 **	0,57 **
" "" : AMZ"	0,04 NS	0,05 NS	0,51 **	0,37 **
" "" : AR"	-0,21 NS	0,04 NS	0,06 NS	0,01 NS
" "" : AT"	0,00 NS	-0,10 NS	-0,10 NS	0,08 NS
" "" : MD"	-0,61 **	-0,45 **	-0,49 **	-0,32 **
" "" : CE"	0,02 NS	-0,35 **	-0,15 NS	-0,11 NS

\*, \*\* Significativo al 0,05 y 0,01

APL = altura de planta. NS = no significativo. AMZ = altura de mazorca. HC = porcentaje de humedad a la cosecha. AR = porcentaje de acame de raíz. MPP = número de mazorcas por planta. AT = porcentaje de acame de tallo. FM = número de días a floración masculina. MD = porcentaje de mazorcas podridas. FF = número de días a floración femenina. CE = porcentaje de carbón de la espiga.

En un estudio realizado en triticale se observó que las correlaciones en comparación con los componentes en cereales sintéticos en donde se trata de observar la correlación tengan efectos directos e indirectos, y se encontraron diferencias altamente significativas sobre el rendimiento de grano por planta y no se presentaron efectos indirectos a través de los demás componentes, donde las correlaciones simples que se obtuvieron entre cada par de variables. El rendimiento de grano por planta (R) se encuentra alta y significativamente (0.05) asociándose con MF (macollos fértiles por planta) ( $r=0.695$ ) y NGE (número de granos por espiga) ( $r=0.754$ ), siendo estos los más significativos para un buen rendimiento. (Paccapelo, 2004).

**Tabla 4.** Efectos directos e indirectos de los componentes sobre el rendimiento de grano por planta en triceiros y triticales en Santa Rosa, La Pampa, durante 2000-2002.

	Directo	Indirecto	Total
<b>MF vs R.</b>			
Efecto directo	0,7893**		
Efecto indirecto vía A		-0,0634	
Efecto indirecto vía NGE		0,0538	
Efecto indirecto vía P1000		-0,0847	
Total			0,695**
<b>A vs R.</b>			
Efecto directo	0,2329		
Efecto indirecto vía MF		-0,2150	
Efecto indirecto vía P1000		0,0562	
Efecto indirecto vía NGE		-0,0997	
Total			-0,0256
<b>NGE vs R.</b>			
Efecto directo	0,4972		
Efecto indirecto vía A		0,0854	
Efecto indirecto vía MF		0,0263	
Efecto indirecto vía P1000		0,1456	
Total			0,7547**
<b>P1000 vs R.</b>			
Efecto directo	0,4209		
Efecto indirecto vía A		-0,1589	
Efecto indirecto vía MF		-0,0552	
Efecto indirecto vía NGE		0,1720	
Total			0,3789
Coeficiente de determinación: 0,9999			

MF= macollos fértiles por planta; A= altura de planta; NGE= número de granos por espiga; P 1000= peso de mil granos y R= rendimiento de grano por planta.

7

Jugenheimer (1981). Trabajo con el cultivo de maíz y encontró algunas correlaciones como: los días a floración masculina, días a floración femenina y la madurez, las cuales correlacionaron de una manera positiva en la altura de la planta y de la mazorca.

En el centro de investigaciones de Turipanà de la Corporación Colombiana de investigaciones, se estudiaron las correlaciones, ambientales y genéticas de seis caracteres en 24 cultivares de berenjena (*Solanum melongena*), el cual los resultados que se mostraron que las correlaciones fueron mayores o iguales que las fenotípicas, mientras que las ambientales tuvieron un valor muy escaso. Otro resultado fue que el número de frutos y el rendimiento estuvieron genéticamente correlacionados ( $r=0.56$ ,  $P < 0.01$ ), y la longitud y la resistencia del fruto nos mostraron correlación negativa ( $r= -0.68$ ,  $P < 0.01$ ) y entre el rendimiento y peso del fruto la correlación fue demasiado baja ( $r= 0.04$ ). El número de frutos y su peso se correlacionaron pero de una manera muy negativa ( $r= -0.63$ ,  $P < 0.01$ ) el

número de frutos por planta puede ser utilizado como un buen criterio de selección para obtener cultivares de berenjena de alto rendimiento. (Hermes, 2009).

Camacho (2005). Evaluó las correlaciones fenotípicas, genéticas y ambientales entre doce caracteres agronómicos en dos dialélicos de zapallo, donde se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con 15 tratamientos (5 progenitores más 10 cruzamientos F1) para cada dialélico y cinco repeticiones. El cual los resultados nos dice que de las 66 correlaciones que podían ser posibles, para cada tipo de correlación, solo 11 fenotípicas, 18 genéticas y 7 ambientales resultaron significativas, donde también en el NFP en el dialelo varietal mostro correlación genética inversa y significativa con el PPF (-0.74), DEF (-0.54), GPF (-0.65) y PSF (-0.55). Lo cual señala que las plantas con mayor NFP incrementara la PPF, pero también se tendrá una reducción indirecta en el PPF, DEF, GPF y PSF.

Duarte (2011). En un experimento evaluó diferentes componentes de calidad de fruto, estimando las correlaciones fenotípicas, genéticas y ambientales del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) considerando 14 variables relacionadas con el tamaño y calidad de fruto en las cuales, los resultados que se obtuvieron nos indican que las correlaciones fueron superiores a las fenotípicas y ambientales, donde el peso del fruto (PF), presento las mayores correlaciones genéticas ( $r_G > 0.60$ ) con peso de pulpa más semilla ( $r_G = 0.90$ ), y el diámetro ecuatorial ( $r_G = 0.84$ ), el cual nos dice que los efectos fenotípicos ayudan más al espesor interno del fruto.

Lescay (2017). Realizó un experimento en Granma, Cuba, de los cuales se utilizaron 19 genotipos de frijol y se evaluaron dieciséis variables, donde la matriz de correlaciones mostro que el 25.8% de los coeficientes fueron significativos, donde se observa una alta asociación con las características evaluadas, las cuales las correlaciones más altas corresponden a los pares de variables rendimiento- peso de semillas por planta y numero de semillas por planta- número de vaina por planta ( $r = 0.99$  y  $r = 0.94$ , respectivamente), también se destacaron relación entre caracteres número de vaina por planta- diámetro del tallo y numero de semillas por

planta- diámetro del tallo, con valores de  $(r=0.75$  y  $r=0.69$ , respectivamente). Las correlaciones más altas correspondieron a los pares de variables rendimiento- peso de semillas por planta y número de semillas por planta- número de vaina por planta con coeficientes de 0.99 y 0.94.

Mazariegos (2012). En un trabajo realizado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en un experimento realizado se estudió el comportamiento así como las correlaciones en 49 híbridos con un híbrido comercial como testigo, el cual los resultados para las correlaciones fueron que existe una correlación positiva altamente significativa ( $0.3975^{**}$ ) el cual nos dice que cuando la floración es más tardía la altura de la planta es mayor. En cuanto a días a floración con tamaño de panoja se encontró un coeficiente de ( $0.6361^{**}$ ) positivo y altamente significativo, lo cual nos dice que, a mayores días a floración, el tamaño de la panoja aumenta.

Sierra (2017). Realizo un estudio para la estimación de correlaciones lineales y el rendimiento en fibra en el cultivo de algodón en 10 genotipos (G) y se evaluaron en seis ambientes del Caribe Húmedo Colombiano, donde los resultados obtenidos para la correlación para los seis ambientes obtuvieron una correlación positiva y altamente significativa con un valor de ( $r>0.98^{**}$ ), también hubo resultados positivos en los índices de selección simultánea en cual fue completo y directo con un valor de ( $r=1.00^{**}$ ), lo cual nos indica que los seis índices de estabilidad resultaron positivos y significativos.

Moreno (2002). Un estudio realizado en el cultivo de tomate de cascara donde se busca aumentar la productividad donde se evaluaron 200 familias de medios hermanos maternos en dos ambientes diferentes. En los resultados se encontraron correlaciones genéticas aditivas de altura de planta (AP) con los caracteres rendimiento de corte uno (R1), corte dos (R2) y rendimiento total por familia (RTF) fueron negativas el cual nos dice que las plantas con porte bajo son más rendidoras en comparación que las plantas con porte alto, las correlaciones positivas y más significativas fueron el número de frutos amarrados (0.27), peso por fruto (0.35) y el rendimiento en los cortes uno (0.78) y dos (0.82), el cual nos

dice que se pueden tener ganancias genéticas de gran valor mediante una buena selección.

Pérez (1991). Realizó un estudio en la planta de yuca el cual era estimar las correlaciones fenotípicas, genéticas y ambientales más relevantes de esta planta, en la cual se utilizaron 38 clones de yuca evaluados en 13 localidades en la región Caribe de Colombia, donde los caracteres a evaluar fueron: rendimiento de raíces frescas (RRF: t/ha), rendimiento de follaje (RF t/ha), índice de cosecha (IC), porcentaje de materia seca (MS: %) y rendimiento de materia seca (RMS: t/ha). Donde de las 10 correlaciones posibles para cada tipo de asociación, solo 4 (40%), 7 (70%) y 7 (70%), resultaron significativos, las cuales el rendimiento peso fresco de raíces obtuvo las más altas correlaciones con el porcentaje de materia seca y el porcentaje de materia seca con el rendimiento de materia seca en  $t/ha^{-1}$  con un valor de ( $r_{PF}$  y  $r_{PG} \geq 0.97^{**}$ ), así como también el índice de cosecha (IC) mostro una correlación más alta con el rendimiento de raíces frescas. Lo cual nos dice que podemos utilizar el RRF y el IC como criterios de selección para el mejoramiento genético de la yuca para la obtención de mayores rendimientos.

Rodríguez (2008). Evaluó en un experimento realizado en Chile pimiento, en el cual se evaluaron 27 líneas y 12 variables, número de frutos por planta, peso promedio del fruto, rendimiento por planta, largo promedio de tres frutos, ancho promedio del fruto, días entre trasplante y floración, posición de la primera flor, densidad del follaje, longitud del tallo principal, número de hojas en el tallo principal, longitud de los entrenudos y nivel de infección viral. El cual los resultados que se obtuvieron en la investigación en cuanto a correlación entre las variables de número de frutos por planta, influyo de manera positiva en cuanto a largo de fruto ( $r= 0.66$ ), lo cual por consecuencia la correlación en LIRAC ( $r=0.79$ ) y LIRAE ( $r=0.70$ ). En el peso del fruto incidió positivamente en el ancho del fruto ( $0.52$ ) al igual que en LIRAC ( $r=0.64$ ), LIRAP ( $r=0.88$ ) y LIRAE ( $r=0.37$ ), aunque los componentes de rendimiento, el número de frutos y su peso obtuvieron una correlación negativa entre sí de ( $r= -0.28$ ).

Sánchez (2004). Realizo un trabajo para estimar 14 caracteres genéticos en calabaza pipiana, en dos localidades diferentes, analizando las variables de peso de fruto (PFR), peso de semilla (PSE), grosor de la pulpa (GPU), largo y ancho del fruto (LFR, AFR), al igual que ancho y longitud de la semilla (ASE y LSE). Donde los resultados que se obtuvieron resultados positivos y altamente significativos como lo fue PSE con PFR ( $r=0.75^{**}$ ), AFR ( $r=0.67^{**}$ ), LSE ( $r=0.56^{**}$ ), GPE ( $r=0.51^{**}$ ) y GPU ( $r=0.50^{**}$ ), el cual nos indica que los frutos más pesados y más anchos tienen una mayor cantidad de semilla, por lo que también semillas más largas y pulpas más gruesas aportan un mayor rendimiento en el peso de la semilla.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Descripción del área del experimento

El experimento se llevó a cabo en la localidad Roque del municipio de Celaya, Guanajuato, México. 2015

#### **CELAYA- ROQUE, GUANAJUATO**

El municipio está situado a los 101° 48' 55'' de longitud oeste del meridiano de Greenwich y a los 20° 31' 24'' de latitud norte, su altura sobre el nivel del mar es de mil 752 m limita al norte con el municipio de Comonfort, al este con los de Apaseo el grande y Apaseo, al sur con el de Tarimoro, al oeste con los de Cortázar y Villagrán y al noroeste con el de santa cruz de Juventino rosas.

La temperatura máxima es de 25.5°C y la mínima es de 16°C, la media anual es de 20.85°C, su clima oscila entre semiseco y semicálido, con una precipitación pluvial promedio de 575.3 mm anuales.

#### **Flora**

El municipio se encuentra ubicado en el reino Neotropical en la región Xerofítica mexicana y en las provincias denominadas como Mesa Central y Eje Neovolcánico.

#### **Fauna**

México es un país que se distingue también por poseer una elevada proporción de especies exclusivamente dentro de su territorio (especies endémicas); más del 17% de especies de vertebrados son endémicas; la herpetofauna se distingue con el 60% de los anfibios y el 52% de los reptiles.

El estado de Guanajuato ocupa el 28º lugar en cuanto a riqueza de vertebrados endémicos mesoamericanos y el 25º lugar con respecto a endémicos estatales.

En cuanto a los mamíferos se tiene el 51.6%, 38.46% de reptiles, el 25% de anfibios, 19.18 de artrópodos y 22% de peces.

Para tener un mejor entendimiento de la fauna de la región se dividió en las siguientes categorías: Fauna doméstica, Fauna nociva, Fauna silvestre original Fauna silvestre que se ha adaptado a las condiciones humanas y subsisten a pesar de los cambios en su hábitat natural, tal es el caso de aves (gorriones, palomas), mamíferos y algunos reptiles (lagartijas), pero poniendo mayor énfasis en la fauna silvestre, por ser esta la de mayor valor ecológico.

### **Recursos naturales**

Las tierras de cultivo agrícola y pastos para la cría de ganado.

### **Características y usos del suelo**

Las características de altitud, pendientes y profundidad del suelo en el territorio que corresponde a Celaya la definen como la región del "Bajío Guanajuatense", El suelo que predomina en el municipio es el Vertisol Pélico el cual cubre la planicie con capas de arcilla limosa que tiene como característica que es apto para la agricultura y la ganadería.

La mayor parte del municipio lo forma el denominado Valle de Celaya, cuyo origen tectónico es producto de las fallas que originaron Norte y Gravens, rellenas de material aluvial, presenta suelos ígneos color gris oscuro de consistencia firme y con textura arcillosa-limosa y arcillosa-arenosa, dando lugar a suelos de alta permeabilidad.

Las rocas expuestas en el área corresponden a un periodo que abarca del Cenozoico al Cenozoico. Este último está formado por rocas de edad terciaria y cuaternaria, las primeras representadas por andesita, toba andesítica, riolita, toba ácida, asociaciones de arenisca-conglomerado, arenisca-toba ácida, arenisca limolita y caliza-lutita.

En la zona sur, existen además toba-piroclástica de composición básica, basalto y brecha volcánica basáltica, producto de la actividad efusiva de los aparatos volcánicos del Culiacán y la Gavia

### 3.2 Labores culturales

#### **Preparación del terreno**

La preparación del terreno es muy importante debido a que influye demasiado para que las semillas tengan una buena germinación, en el experimento se realizaron las siguientes labores culturales del suelo:

#### **Barbecho**

Esta actividad se realizó cuando el suelo tenía suficiente humedad, se aflojo el suelo a una profundidad de 25-30 cm, esto permitió incorporar los residuos del cultivo anterior para aprovecharlo como materia orgánica, tener una mejor infiltración del agua y mejor aireación del suelo.

#### **Rastreo**

Esta actividad se llevó acabo con la finalidad de romper terrones grandes que no se desmoronaron con el barbecho; esto ayudara a que las semillas tengan un mejor porcentaje de germinación, y se desarrollen uniformemente.

#### **Surcado de la parcela experimental**

La parcela experimental consistió de dos surcos de 5 m de largo con una distancia de 0.80 m entre surcos.

## **Siembra**

La siembra se realizó en la localidad de Roque, Guanajuato el 20 de marzo del 2015.

## **Fertilización**

La dosis de fertilización utilizada fue 160-80-00, se aplicó el 50% al momento de la siembra y la otra mitad antes de la etapa de floración.

## **Riegos**

Se aplicó un riego de nacencia y 4 riegos de auxilio de 15-20 días de intervalo.

## **Control de malezas**

Para controlar las malezas que evitan el buen desarrollo del cultivo se aplicó el herbicida ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D).

### **3.3. Variables evaluadas**

El experimento establecido en la localidad Roque, Celaya, Guanajuato, constó de una parcela útil de 3 m, y en cada una de estas se midieron las siguientes variables:

**Días a floración:** este dato se comenzó a tomar cuando el 50% de las plantas ya estaban en la etapa de floración.

**Altura de planta:**

En la parcela experimental se tomaron 10 plantas al azar y se midió la altura de cada una de ellas desde la base del suelo hasta la punta (ápice) de la panoja y se expresó en cm.

**Longitud de panoja:**

En 10 plantas tomadas al azar de cada parcela útil, se midió la distancia que existe entre la base de la panoja y la punta de la misma y se expresó en cm.

**Rendimiento:**

Se pesó el grano de cada una de las parcelas útiles y se multiplicó por el factor de corrección y este fue dividido entre 1000 y posteriormente expresarlo en toneladas por hectárea.

$$F_c = \frac{10,000m^2}{(LS) * (DS)}$$

**Dónde:**

F<sub>c</sub>= Factor de corrección

10,000m<sup>2</sup>= Superficie de una hectárea

D.S.= Distancia entre surcos

L.S.= Largo del surco.

### 3.4 Diseño experimental

Para el experimento se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 3 repeticiones por tratamiento, la parcela útil consistió de 3 metros lineales para la localidad de Roque, Guanajuato. La parcela útil se tomó de los centros de los surcos establecidos.

#### Modelo estadístico de bloques al azar

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varphi_{ij}$$

Dónde:

$\mu$  = media general

$\tau_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento

$\beta_j$  = efecto del j-ésimo bloque

$\varphi_{ij}$  = error experimental en la unidad j del tratamiento i

#### Análisis de varianza de bloques al azar.

FV	G.L	SC	CM	F
tratamientos	t-1	$\sum_j y_i^2 / r - FC$	SC Trat/(t-1)	$\frac{SC\ Trat}{SCE}$
bloques	b-1	$\sum_j y_j^2 / t - FC$	SC Bloques/(b-1)	
error	(t-1)(b-1)	SC Total - SC Bloques - SC Tratamientos	SCE/(t-1)(b-1)	
Total	bt-1	$\sum_{i,j} y_{ij}^2 - FC$		

Hipótesis estadística

H<sub>0</sub>:  $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H<sub>1</sub>:  $\mu_1 \neq \mu_2 = \dots \neq \mu_t$

Si  $F_{calc} > F_{crit}$  se rechaza la H<sub>0</sub>: T<sub>1</sub>=T<sub>2</sub>

### **Coeficiente de variación**

Formula:  $C.V. = \frac{S}{\bar{X}} * 100$

Dónde:

C.V.= coeficiente de variación

S: Desviación estándar

$\bar{X}$  : = media general

### **Comparación de medias**

Para la comparación de medias los datos se corrieron en SAS y se utilizó la prueba de Tukey.

Para estudiar los efectos que tuvo el ambiente sobre el genotipo de los 56 híbridos de sorgo evaluados en una localidad se realizó un análisis de varianza de bloques al azar.

El coeficiente de correlación fue estimado para cada una de las variables bajo estudio utilizando la siguiente formula:

Fórmula para correlación

$$r = \frac{\text{COV}(X,Y)}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

**r**= Coeficiente de correlación

**x**= Variable independiente

**y**= Variable dependiente

**COV**= Covarianza de la variable X con la variable Y

**$\sigma_x$** = Desviación estándar de la variable X

**$\sigma_y$** = Desviación estándar de la variable Y

Toma de valores entre,  $-1 \leq r \leq 1.0$

La magnitud de las correlaciones fue con base en el criterio de acuerdo a Evans (1996).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De la evaluación de los 56 híbridos de sorgo para grano probados en la localidad de Roque, Guanajuato en el año 2015, se midieron una serie de variables agronómicas las mismas que fueron correlacionadas para ver los impactos o la influencia que pudiera tener una variable con respecto a otra, lo anterior es visto en la Tabla 1. En dicha tabla podemos observar que todas las correlaciones fueron significativas a excepción de días a floración con altura de planta que fue no significativa, destacan por su significancia las correlaciones de tamaño de panoja con rendimiento, altura de planta con tamaño de panoja, entre otras siendo estas significativas al  $P \leq 0.01$ , la única que mostro significancia al  $P \leq 0.05$  fue altura de planta con rendimiento. Sin embargo, destacan por su magnitud la correlación de días a flor con tamaño de panoja ( $r=0.42^{**}$ ) la cual se considera moderada indicando que entre más tardíos los híbridos tendrán mayor tamaño de panoja (sobresaliendo los híbridos 38,37,35 y 48), el resto de las correlaciones aunque mostraron un patrón de asociación débil a muy débil, por ejemplo días a flor con rendimiento ( $r=0.35^{**}$ ), sobresaliendo los híbridos 38,37, 35 y 32, tamaño de panoja con rendimiento ( $r=0.22^{**}$ ) destacando los híbridos 49, 48, 41 y 35, lo cual indica que los híbridos más tardíos fueron los de mayor rendimiento y que los híbridos de mayor tamaño de panoja serán los más rendidores, respectivamente. En un trabajo llevado a cabo por Beil y Atkins (1967) evaluaron el comportamiento de 40 híbridos de sorgo para grano y observaron que uno de los componentes más importantes de rendimiento de grano, fue número de semillas por panoja y este estuvo altamente correlacionado con rendimiento. En ese sentido, otros investigadores han encontrado resultados similares como Morales (1999) donde se encontraron correlaciones para rendimiento y longitud de la panoja las cuales fueron positivas y significativas ( $r=0.2473^*$ ) mientras que para altura de planta con excerción fue del orden de ( $r=0.3283^{**}$ ) y de longitud de panoja con peso de 1000 semillas ( $r=0.2624^{**}$ ) lo cual indica que una mayor altura confiere una mayor excerción y que mayor longitud confiere o impacta en mayor peso en 1000

semillas. Por otro lado, Mazariegos (2012), reporto que al analizar el carácter días a floración con altura de planta, muestra una correlación positiva altamente significativa (0.3975\*\*), lo cual indica que cuando la floración es más tardía la altura de la planta se incrementa. Contrario a lo encontrado en este trabajo ya que se observó una correlación negativa y de una magnitud muy débil ( $r = -0.01$  NS). En el mismo estudio de Mazariegos, días a floración con tamaño de panoja tuvo un coeficiente de correlación de (0.6361\*\*) positivo y altamente significativo, lo que quiere decir que a mayores días a floración, el tamaño de la panoja se incrementa, y en lo que respecta a días a floración con rendimiento de grano y con peso de granos, se encontraron correlaciones positivas lo que nos indica que estas características están asociadas. En otro estudio llevado a cabo por Audenal (2004) observo que existe una correlación positiva y altamente significativa entre la variable de peso de campo con peso de grano obteniendo un (0.99\*\*), donde podemos ver que existe una asociación muy fuerte entre estas variables, en las demás variables no se tuvo ningún resultado positivo ni significativo. Williams y Pecina (2004) encontraron una correlación negativa entre longitud de lesión y rendimiento de grano evaluando híbridos experimentales para resistencia a *Macrophomina phaseolina*.

**Tabla 1. Correlaciones fenotípicas de la evaluación de 56 híbridos para las siguientes variables agronómicas evaluadas en Roque, Guanajuato.2015.**

	<b>Días floración</b>	<b>Altura de planta</b>	<b>Tamaño de panoja</b>	<b>Rendimiento</b>
<b>Días floración</b>	1.00000	-0.00921 NS 0.9057	0.41238** <.0001	0.35400** <.0001
<b>Altura de planta</b>		1.00000	-0.20224** 0.0086	-0.19122** 0.0130
<b>Tamaño de panoja</b>			1.00000	0.22045** 0.0041
<b>Rendimiento</b>				1.00000

\*, \*\*= significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente.

NS= No significativo.

En la Tabla 2 se presenta el comportamiento de los 10 mejores híbridos que estuvieron por arriba y por debajo de la media en la evaluación efectuada en Roque, Guanajuato. Sobresalieron por su precocidad los híbridos 23, 27, 36 y 10, cuyos valores fueron inferiores a la media y lo que respecta a los más tardíos híbridos 48, 37 y 35. Tales comportamientos que se ven reflejados en la media de cada uno de los híbridos se deben principalmente a las condiciones ambientales y de manejo del cultivo-lo mismo que es confirmado en la fuente de variación de híbridos de la Tabla 3 en donde la hipótesis nula se rechaza y se acepta la alternante de medias de híbridos diferentes. Trabajos realizados con la finalidad de caracterizar material genético tanto híbridos como líneas progenitoras han sido llevadas a cabo por una gran cantidad de investigadores entre los que destacan Padilla y colaboradores (2015) quienes evaluaron híbridos experimentales de sorgo y obtuvieron valores promedio para varias características morfológicas que les permitieron hacer recomendaciones a los productores del área de la región. Para altura de planta obtuvieron en promedio 153.38 cm, para días a floración 74.93, para longitud y excursión de panoja son de 25.59 y 15.68 cm, respectivamente. En otro trabajo conducido por Williams y Arcos (2015) observaron el comportamiento agronómico de híbridos y progenitores de sorgo de grano en la Huasteca y encontraron un rango de floración de 52.4 a 90.5 días, contrario a lo que se observó en nuestro experimento que fue de 87 a 91 días. Lo anterior indica que el medio ambiente juega un papel determinante en la respuesta de los cultivares cuando se prueban sobre condiciones que varían entre ambientes e inclusive dentro del mismo ambiente (ya que hay variaciones de suelo, diferencias de humedad, diferentes gradientes de fertilización, entre otros). Otros trabajos realizados por compañías semilleras han clasificado los híbridos de sorgo como precoces en un rango de 65 a 70 días, como intermedios de 80 a 83 días y tardíos de 86 a 89 días. Asgrow (2013). En un estudio llevado a cabo de líneas progenitoras de sorgo para grano observaron que para la variable días a floración fue en un rango de 55 a 70 días lo cual es ideal para la producción de semilla Flores- Naveda y colaboradores (2013).

**Tabla 2. Medias para la variable días a floración de los 56 híbridos evaluados en Roque, Guanajuato. 2015**

<b>Híbridos</b>	<b>Superiores</b>	<b>Híbridos</b>	<b>Inferiores</b>
48	94.33	2	85.00
37	93.66	46	85.00
35	93.33	10	84.66
31	93.33	15	84.66
29	92.66	36	83.66
34	91.33	24	83.66
38	91.33	14	83.00
32	91.00	27	82.66
51	91.00	20	82.66
30	91.00	23	82.33
<b>Medias</b>	<b>91</b>		<b>87</b>

**Tabla 3. Análisis de varianza para la variable días a floración de 56 híbridos evaluados en Roque, Guanajuato. 2015**

<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Híbridos</b>	<b>55</b>	<b>33.067</b>	<b>&lt;.0001</b>
<b>Repetición</b>	<b>2</b>	<b>18.952</b>	<b>0.1445</b>
<b>Error</b>	<b>110</b>	<b>9.625</b>	
<b>Total</b>	<b>167</b>		
<b>C.V</b>	<b>3.563%</b>		
<b>Media</b>	<b>87.059</b>		

**\*\* = Altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ), NS = No significativo, GL = Grados de libertad y CM = Cuadrados medios.**

En la Tabla 4 se presenta el comportamiento de los 10 mejores híbridos que estuvieron por arriba y por debajo de la media en la evaluación efectuada en Roque, Guanajuato. Los híbridos que estuvieron arriba de la media fueron 23, 25, 3 y 26 mientras que los que fueron inferiores destacan 31, 29, 24 y 15, el rango de variación para la característica altura de planta fue de 127.7 cm – 210.0 cm, así mismo en la Tabla 5 podemos apreciar que haya una alta significancia para la fuente de variación híbridos la cual indica que al menos dos medias son diferentes para la variable en cuestión. Estudios realizados por compañías semilleras para hacer recomendaciones a productores sugieren alturas de 125 cm a 145 cm para facilitar la cosecha mecánica. (Asgrow, 2013). En un trabajo realizado por Williams y Arcos (2015) en la evaluación de híbridos y progenitores de sorgo identificaron dos genotipos RB-5x430 REA (198 cm) y RB-27x430 REA (200 cm) y en su estudio sugieren que los híbridos no deben ser mayores a 1.70 m, ya que presentarían problemas de acame y dificultad para la cosecha mecánica. En otro estudio llevado a cabo por Padilla y colaboradores (2015) al evaluar híbridos experimentales de sorgo para grano en la localidad del CUCBA (Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias) observaron una media promedio de 153.38 cm para la variable altura de planta y señalan que los híbridos experimentales fueron superiores a los testigos comerciales para todas las variables evaluadas.

**Tabla 4. Medias para la variable altura de planta de los 56 híbridos evaluados en Roque, Guanajuato. 2015**

<b>Híbridos</b>	<b>superiores</b>	<b>Híbridos</b>	<b>Inferiores</b>
22	210.00	11	135.66
23	203.33	15	135.66
50	200.00	24	135.66
25	193.33	2	133.00
3	181.00	29	132.00
26	176.66	45	130.00
32	163.33	31	129.00
21	162.66	33	129.00
27	160.66	14	129.00
7	153.00	4	127.66
<b>Medias</b>	<b>170</b>		<b>129</b>

**Tabla 5. Análisis de varianza para la variable altura de planta de 56 híbridos evaluados en Roque, Guanajuato. 2015**

<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Híbridos</b>	<b>55</b>	<b>1161.64</b>	<b>&lt;.0001</b>
<b>Repetición</b>	<b>2</b>	<b>672.22</b>	<b>0.0048</b>
<b>Error</b>	<b>110</b>	<b>120.11</b>	
<b>Total</b>	<b>167</b>		
<b>C.V</b>	<b>7.522%</b>		
<b>Media</b>	<b>145.69</b>		

**\*\* = Altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ), NS = No significativo, GL = Grados de libertad y CM = Cuadrados medios.**

En la Tabla 6 se presenta el comportamiento de los 10 mejores híbridos que estuvieron por arriba y por debajo de la media en la evaluación efectuada en Roque, Guanajuato. Destacan por su longitud de panoja los híbridos 43, 33, 40 y 51, los mismos que fueron superiores a su media (29 cm) y aquellos híbridos que fueron inferiores a la media 9, 12, 28 y 23. Se observó un rango de variación para esta variable de 30.66 cm – 19.33, lo cual coincide con lo observado en la Tabla 7 donde se puede ver una alta significancia para la fuente de variación híbridos por lo que se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias y se acepta la alternante. En una investigación realizada por Padilla y colaboradores (2015) al evaluar híbridos experimentales de sorgo encontraron resultados promedio para longitud de panoja de casi 26 cm, un tamaño o longitud de panoja menor al reportado en este trabajo de investigación. En otro estudio llevado a cabo por Morgado (1999) evaluando genotipos de sorgo para grano muestra un rango de los mismos de 34 cm – 15 y señala que la longitud de panoja varía por las condiciones ambientales del lugar.

**Tabla 6. Medias para la variable tamaño de panoja de los 56 híbridos evaluados en Roque, Guanajuato. 2015**

<b>Hibrido</b>	<b>superior</b>	<b>Hibrido</b>	<b>Inferior</b>
45	30.66	54	20.00
43	30.66	23	20.00
33	30.33	28	20.00
40	30.00	1	20.00
51	29.66	12	20.00
36	29.00	9	19.66
44	28.66	2	19.66
37	28.66	19	19.33
47	28.33	10	19.33
41	28.33	7	19.33
<b>Medias</b>	<b>29</b>		<b>19</b>

**Tabla 7. Análisis de varianza para la variable tamaño de panoja de 56 híbridos evaluados en Roque, Guanajuato. 2015**

<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Híbridos</b>	<b>55</b>	<b>45.990</b>	<b>&lt;.0001</b>
<b>Repetición</b>	<b>2</b>	<b>1.880</b>	<b>0.7420</b>
<b>Error</b>	<b>110</b>	<b>6.287</b>	
<b>Total</b>	<b>167</b>		
<b>C.V</b>	<b>10.632%</b>		
<b>Media</b>	<b>23.583</b>		

**\*\* = Altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ), NS = No significativo, GL = Grados de libertad y CM = Cuadrados medios.**

En la Tabla 8 se presenta el comportamiento de los 10 mejores híbridos que estuvieron por arriba y por debajo de la media en la evaluación efectuada en Roque, Guanajuato. Los híbridos que mostraron superioridad en relación a la media fueron 52, 41, 37 y 35 mientras los inferiores fueron los híbridos 50, 22, 12 y 20. Hubo un rango de producción de los híbridos evaluados de 14.7 Ton ha<sup>-1</sup> – 7.8, lo anterior puede ser corroborado en el análisis de varianza en la Tabla 9, donde se puede apreciar que la fuente de variación híbridos fue altamente significativa, indicando que al menos dos medias de híbridos son diferentes por lo que la hipótesis nula se rechaza y se acepta la alternativa. En una evaluación realizada por Williams y Pecina (2004) con híbridos experimentales de sorgo para determinar la resistencia o tolerancia a *Macrophomina phaseolina* y tuvieron rendimientos de grano en un rango de 2728 kg ha<sup>-1</sup> – 1408, es obvio que los resultados de bajos rendimientos es un reflejo de la presencia del hongo. Por otro lado, en un estudio de evaluación de líneas progenitoras de sorgo de grano llevado por Flores- Naveda y colaboradores (2013) observaron rendimientos de semilla promedio similares para las líneas isogénicas A y B.

**Tabla 8. Medias para la variable de rendimiento de los 56 híbridos evaluados en Roque, Guanajuato. 2015**

<b>Hibrido</b>	<b>Superiores Ton/ha<sup>-1</sup></b>	<b>Hibrido</b>	<b>Inferiores</b>
28	14.70	47	9.70
52	14.21	20	9.49
41	14.07	12	9.49
37	13.66	16	9.00
26	13.38	22	8.86
35	13.31	14	8.86
31	13.31	50	8.52
29	13.10	4	8.31
6	13.10	7	8.10
49	12.82	15	7.89
<b>Medias</b>	<b>13</b>		<b>8</b>

**Tabla 9. Análisis de varianza para la variable de rendimiento de 56 híbridos evaluados en Roque, Guanajuato. 2015**

<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Híbridos</b>	<b>55</b>	<b>13.332</b>	<b>&lt;.0001</b>
<b>Repetición</b>	<b>2</b>	<b>6.068</b>	<b>0.2664</b>
<b>Error</b>	<b>110</b>	<b>4.533</b>	
<b>Total</b>	<b>167</b>		
<b>C.V</b>	<b>19.775%</b>		
<b>Media</b>	<b>10.766</b>		

**\*\* = Altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ), NS = No significativo, GL = Grados de libertad y CM = Cuadrados medios.**

## V. Conclusiones

De la evaluación de los híbridos experimentales de sorgo se desprenden las siguientes aseveraciones:

Todas las correlaciones fueron significativas a excepción de la asociación días a floración con altura de planta. Aunque las correlaciones no fueron de gran magnitud, sobresalen la de días a floración con tamaño de panoja ( $r=0.42^{**}$ ), días a floración con rendimiento de grano ( $r=0.35^{**}$ ) y la de tamaño de panoja con rendimiento de grano ( $r=0.22^{**}$ ); lo anterior nos indica que los híbridos más tardíos fueron de mayor tamaño de panoja y por consiguiente los de mayor rendimiento de grano. Los híbridos más precoces en relación a su media fueron 23, 27, 36 y 10 (82 días-85), los cuales se consideran como de ciclo intermedio. Por otro lado los híbridos que tuvieron una altura de planta aceptable que se ajustan para que sean cosechados mecánicamente son los híbridos 31, 29, 24 y 15 con alturas respectivas en un rango de (129 cm-135). Los híbridos que tuvieron mayor tamaño de panoja fueron el 43, 33, 40 y 51 en un rango de (33 cm-29). Y finalmente aquellos híbridos que mostraron su máxima expresión en productividad sobresalen los híbridos 52, 41, 37 y 35 en un rango de (14.0 ton ha<sup>-1</sup>- 13.0).

## VI. LITERATURA CITADA

Asgrow. 2013. Catálogo de semillas híbridas de maíz para la región Noreste.

Audenal, L.A. 2004. Obtención de una fórmula para ajustar rendimientos en sorgo a través de correlación y regresión. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Tesis.

Beil, G.M., Atkins, R.E. 1967. Estimates of General and Specific Combining Ability in F1 Hybrids for Grain Yield and Its Components in Grain Sorghum, *Sorghum vulgare* Pers. Crop Science. Vol. 7. No.3. Pp. 225-228.

Duarte, A.D.E., Lagos, B.T.C., Lagos, S.L.K. 2012. Correlaciones genéticas fenotípicas y ambientales en 81 genotipos de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Cav. Sendt.). Revista de Ciencias Agrícolas.

Echeverría, A.A. Ceballos. L.H. Vallejo, C.F. 1998. Correlaciones Genotípica y Fenotípica entre Caracteres del Fruto y la Planta de Pimiento (*Capsicum annum* L.).

Evans, J. D. 1996. Straightforward statistics for the behavioral sciences. Pacific Grove, CA: Brooks/cole Publishing.

Flores, N.A., Valdés, L.C., Zavala, G.F., Olivares, S.E., Gutiérrez, D.A., Vázquez, B.M.E. 2013. Comportamiento agronómico de líneas para la producción de semilla de sorgo. Agronomía Mesoamericana. Pp. 111-118.

Guzmán, M.E.E. 1996. Genética Agropecuaria. Capítulo 4. Pp.74-75. Editorial Trillas, S.A. de C.V. México, D.F.

Hermes, A.T., Cardona-Ayala, C.E., Espitia-Camacho, M.M. 2009. Correlaciones fenotípicas, ambientales y genéticas en berenjena. Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Agrícolas Colombia. Acta agronómica, Vol. 58, Núm. 4.

Jugenheimer, R.W. 1981. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semilla. Limusa. Pp. 111-135.

Ligarreto, M.G., Ballén, P.A., Huertas, P.D. 1998. Evaluación de las características cuantitativas de 25 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) de la zona andina. REVISTA CORPOICA. Volumen 2. Núm. 2.

Lescay, B.E., Vázquez, R.Y., Celeiro, R.F. 2017. Variabilidad y relaciones fenotípicas en variables morfoagronómicas en genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Revista Centro Agrícola. Vol. 44, Núm. 4.

Mazariegos, R.R. 2012. Evaluación de Rendimiento y Correlaciones Entre Seis Características en 51 Híbridos Experimentales de Sorgo para Grano (*Sorghum bicolor* L. Moench). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Tesis.

Morales, M.N. 1999. Estudio comparativo de 8 características de 96 híbridos de sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L. Moench) evaluados en la región norte de Tamaulipas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Tesis.

Moreno, M.M., Peña, L.A., Sahagún, C.J., Rodríguez, P.J.E., Mora, A.R. 2002. Varianza aditiva, heredabilidad y correlaciones en la variedad M1- Fitotecnia de tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot). Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 25. Núm. 3.

Morgado, Q.M. 1999. Evaluación de 69 genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para grano. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Tesis.

Paccapelo, H.A., Funaro, T.B. Mac Cormick. Melis, O.A. 2004. Rendimiento de grano y sus componentes en cereales sintéticos (tricepiros y triticales). Revista Facultad de Agronomía. Vol. 15. Núm. ½.

Padilla, J., Avendaño, A., Sánchez, J., Jiménez, A. 2015. Híbridos de sorgo para grano: Rendimiento del primer ciclo. Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias. Vol. 2. No. 2. Pp. 552-555.

Pérez, J.C., Ortega, E., Lenis, J.I., Morante, N., Espitia, M., Ceballos, H. 1991. Correlaciones genéticas, fenotípicas y ambientales entre diferentes caracteres en yuca. International Center for Tropical Agriculture (CIAT). Cali, Colombia.

Ramirez, J.L., Ron, J., Sanchez, J., Carcía, A., Maya, J. 1998. aptitud combinatoria general y correlaciones fenotípicas entre líneas y mestizos de maíz. *Agronomía Mesoamericana*. p. 69-76.

Rodríguez, Y., Depestre, T., Gómez, O. 2008. Eficiencia de la selección en líneas de pimiento (*Capsicum annuum*), provenientes de cuatro sub-poblaciones, en caracteres de interés productivo. *Ciencia e Investigación Agraria*. p. 37-49.

Sierra, C.M., Espitia, M.M., Cadena, J. 2017. Correlación entre rendimiento, estabilidad fenotípica y métodos de selección simultánea en algodón (*Gossypium hirsutum* L.). *Revista Temas Agrarios*. Vol. 22. Núm. 1.

Sánchez, H.M.A., Mejía, C.A., Villanueva, V.C., Sahagún, C.J., Muñoz, O.A., Molina, G.J.D. 2004. Selección combinada de genotipos de calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma* Huber var. *Stenosperma*). *Revista Chapingo: Serie Horticultura* 10(1). p. 57-66.

Williams, A.H., Arcos, C.G. 2015. Comportamiento agronómico de híbridos y progenitores de sorgo para grano en las Huastecas. *Agronomía Mesoamericana*. Pp. 87-97.

Williams, A.H., Pecina, Q.V., Zavala, G.F., Martínez, H.R., Rangel, E.S.E., Machuca, O.I. 2004. Reacción de *Macrophamina phaseolina* (Tassi) Goid. De híbridos comerciales y experimentales de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para grano. *Revista Mexicana de Fitopatología*. Vol. 22. No. 2. Pp 216-222.

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200640/Panorama\\_Agroalimentario\\_Sorgo\\_2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200640/Panorama_Agroalimentario_Sorgo_2016.pdf)

## VII. APÉNDICE

**Anexo 1. Genealogía de los 56 híbridos de sorgo los mismos que fueron evaluados en Roque, Guanajuato y la Estancia, Querétaro durante 2015.**

<b>ENTRA. No.</b>	<b>GENEALOGIA</b>
1	Atx623xRtx2901
2	Atx623xRtx2906
3	Atx623xRtx430
4	Atx623xRtx434
5	Atx623xRtx2892
6	Atx623xRtx2893
7	Atx623xRtx2904
8	Atx623xRtx2905
9	Atx623xRtx2907
10	Atx623xRtx2898
11	Rtx2901⊗
12	Btx623
13	Rtx2906⊗
14	Testigo 8282
15	Atx626xRtx2901
16	Atx626xRtx2906
17	Atx626xRtx2908
18	Atx626xRtx434
19	Atx626xRtx2892
20	Atx626xRtx2893
21	Atx626xRtx2904
22	Atx626xRtx2905
23	Atx626xRtx2907
24	Atx626xRtx2898
25	Btx626

26	Rtx430
27	Rtx2908⊗
28	Testigo 8310
29	Atx629xRtx2906
30	Atx629xRtx2908
31	Atx629xRtx434
32	Atx629xRtx2892
33	Atx629xRtx2893
34	Atx629xRtx2904
35	Atx629xRtx2905
36	Atx629xRtx2907
37	Atx629xRtx2898
38	Btx629
39	Rtx2892⊗
40	Testigo 8428
41	Atx630xRtx2901
42	Atx630xRtx2908
43	Atx630xRtx434
44	Atx630xRtx2892
45	Atx630xRtx2893
46	Atx630xRtx2904
47	Atx630xRtx2905
48	Atx630xRtx2907
49	Atx630xRtx2898
50	Btx630
51	Testigo 8313
52	Rtx2893⊗
53	Rtx2904⊗
54	Rtx2904⊗
55	Rtx2905⊗

56

Rtx2898⊗