

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



**OBTENCION DE UNA FÓRMULA PARA AJUSTAR RENDIMIENTOS EN
SORGO. A TRAVÉS DE CORRELACION Y REGRESION.**

Por:

AUDÉNAL LÓPEZ ÁNGEL

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para
Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Producción.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

2004-06-07

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

**OBTENCION DE UNA FÓRMULA PARA AJUSTAR RENDIMIENTOS EN
SORGO. A TRAVÉS DE CORRELACION Y REGRESION.**

Por:

AUDENAL LOPEZ ANGEL

TESIS

Que somete a consideración del Honorable Jurado Examinador Como requisito
parcial para obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Producción

APROBADO POR:

MC. LUIS ANGEL MUÑOZ ROMERO
Presidente del jurado

ING. ALFREDO FERNÁNDEZ GAYTAN
Sinodal

MC. ARMANDO RODRIGUEZ GARCIA
Sinodal

ING. MANUEL PANUCO VALERIO
Sinodal Suplente

MC. ARNOLDO OYERVIDEZ GARCÍA
Coordinador de la división de agronomía

Buenavista, saltillo, Coahuila, México. 2004-06-07

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por haberme dado fuerza y paciencia durante el tiempo que duro mi carrera y poder lograr mis objetivos, por darme la familia que tengo, por darme fuerza y valor, por darme vida, por cuidar de mi cada momento, cada instante ¡Gracias Dios Mío!

Dios mío, estoy contento porque Tú me amas, no obstante mi indignidad. Dios mío, estoy contento porque te amo, no obstante mi miseria. Dios mío, estoy contento porque puedo alguna vez, no obstante mi nada, hacer que te amen. Dios mío, estoy contento porque puedo sufrir algo por tu amor. Dios mío, estoy contento porque Tú estás presente en la Eucaristía. Dios mío, estoy contento porque eres mi Huésped divino. Dios mío, estoy contento porque tu presencia bendita en mi morada ilumina mi vida. Dios mío, estoy contento porque eres mi fuerza en los desfallecimientos de mi alma. Dios mío, estoy contento porque eres mi consuelo en las angustias de mi corazón. Dios mío, estoy contento porque Tú eres mi luz en las oscuridades de mi camino. Dios mío, estoy contento porque Tú eres mi riqueza en mi pobreza. Dios mío, estoy contento porque si me has quitado mucho, me has dejado todavía mucho mas. Dios mío, estoy contento porque Tú eres mi Padre, mi Hermano, mi Amigo, mi Salvador, el Huésped divino de mi corazón, por medio de la gracia, la Vida de mi vida, porque Tú eres mi todo. Dios mío, estoy contento porque Tú eres la Belleza, la Bondad, la Verdad resplandeciente de la que mi alma está sedienta. Dios mío, estoy contento porque Tú eres la eterna felicidad de aquellos que he perdido. ¡OH mi buen Maestro! Te doy gracias de haberme permitido gozar de todas las maravillas de tu creación mi buen Maestro! Te doy gracias de todos los bienes que poseo todavía y de todos aquellos que espero de tu misericordia infinita en este mundo y en el otro para mí y para todos aquellos que me son queridos. Amén.

A Mi Alma Mater

Gracias a la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por abrirme sus puertas, siendo como una segunda madre que crea sus hijos brindando toda clase de apoyo para acrecentar y fijar los conocimientos en cada uno de nosotros.

A Mis Asesores de Tesis

Al Ing. MC. José Ángel Muñoz Romero, por brindarme su apoyo incondicional durante la realización de la tesis con todos los estadísticos del presente trabajo.

Al Ing. MC. José Luz Chávez Araujo, por ayudarme en todos los aspectos en la realización de mi tesis, primordialmente en toda la redacción.

Al Ing. MC. Alfredo Fernández Gaytan por apoyarme en toda la labor de esta tesis, y de auxilio en todo lo que se pueda necesitar.

Al Biólogo MC. Armando Rodríguez García, por brindarme toda su ayuda incondicional necesaria para la realización del presente trabajo y por su participación en el desarrollo del mismo.

A Mis Maestros De La Universidad

AL DR. Mario Ernesto Badillo, al MC. José Luz Chávez Araujo, al MC. Armando Rodríguez García, al MC. Luis Ángel Muñoz Romero, MC. Arnoldo Oyervides García, al Dr. Borrego Escalante, MC. Adolfo Ortegón Pérez, al MC. Antonio Ilizaliturri Verastegui, al DR. José Ángel Villareal Quintanilla, al DR. Antonio Méndez Berlanga, al MC. Humberto De León Castillo, al Ing. Antonio Rodríguez Rodríguez y todos aquellos que me enseñaron durante toda mi estancia en la universidad.

DEDICATORIAS

A Una Familia Muy Especial Que Dios Me Concedió “*Mis Padres*”

Romeo López Escobar.
Dellanira Ángel Cifuentes.

Para ti papa, para ti mama que todo me quisiste dar que sin darme cuenta todo lo tengo ya, gracias padres míos por que ustedes me dieron la vida, me enseñaron a querer, siempre que nada me faltara.

Gracias a ti padre mío que te debo todo lo que hiciste por mi desde mi nacencia hasta mi vida profesional, a pesar de nuestra situación económica, te agradezco de corazón y quiero que te sientas orgulloso de lo que he llegado a terminar. Gracias papa, por tu amor incondicional, por estar siempre de tras, por que siempre has acudido sin que te obligara a mis pesares y a mi sufrir, por estar siempre a mi lado, gracias por enseñarme a luchar, por no dejar que me rindiera jamás, por darme siempre una razón para continuar.

Gracias a ti madre mía que cuidaste de mi desde mi lecho, desde el primer día de mi vida, tu que me viste nacer y cuidaste cada momento, cada minuto de mi vida, viéndome crecer a cada momento. Gracias mama por tus noches en vela, por estar en mis alegrías y mis penas, por cuidar de mí, gracias por enseñarme a amar, por enseñarme lo que es bondad, por que contigo aprendí a disfrutar la felicidad.

Por tenerlos doy gracias a dios cada día al despertar, por que sin ustedes nada tendría ya. Perdón pido si alguna vez tu sacrificio no supe ver, pero aunque no lo diga jamás duden de mi querer que con estas palabras solo pretendo homenajear a los dos seres mas grandes que he querido, yo daría todo hasta mil cosas pero no hay nada con lo pueda pagar nada mas diciendo os quiero mucho a papa y mama. Por su comprensión y cariño que siempre me brindaron durante mi formación como profesionista, por el apoyo incondicional que sin escatimar esfuerzos dieron todo, haciendo hasta lo imposible para salir adelante, con amor y cariño su hijo aude ¡Gracias Padres Míos!

A Mis Hermanos Los (López ángel)

Abnner Neu.

Roberth Anet

Branly Imner.

Maria de Lourdes

Noemí Anabel

Que compartí desde el lecho de la niñez y pude conocerlos cada una de sus entrañas, caricias, miradas y sonrisas, llantos en la familia junto a mis padres y demás familia. A todos ellos que me apoyaron moralmente lleno de felicidad y principalmente mi hermano Roberth, que me apoyo mucho incondicionalmente económicamente en los momentos mas críticos de mi vida universitaria.

A Mis Abuelos

Santiago López
Selsa Escobar (†)
Criserio Ángel (†)
Maclovia Ángel

Aunque algunos ya no están con nosotros se que donde quiera que se encuentren se sentirán orgullosos, por haber terminado mi carrera en la universidad, gracias por todo el amor y los consejos ojala que desde el cielo sepas a ti abuelito Criserio (†) que te quisimos mucho, también a ti abuelita Selsa (†) que contigo estuve muchos momentos de mi infancia ¡Gracias a ti abuelo, A ti abuela ¡

A Mis Tíos

Chain	Eva
Evander	Maria
Senaido	Celia

Abigail	Elubia
Leyver	Elsi
Saúl	Roly
Braulio	Elina
Franco	

Gracias por el tiempo que compartimos alegrías y tristezas y los sabios consejos que siempre me están dando, en especial a mi tía Elina ángel sifuentes, por el cariño que siempre me ha tenido, gracias a toda la familia entera y todos aquellos que no los he mencionado.

A Mi Novia

Alejandra, Rocío, Alelí por todos aquellos momentos tan lindos, llenos de amor y de cariño, por estar conmigo en cualquier momento de mi vida, en las buenas y las malas, con amor y cariño.

A Mis Amigos

De primaria: jeu, Ricardo Aunner y otros, a mis amigos de tele secundaria Aunner, Samuel, Omei, Gladis, Uri, Ireni, Elisau, Timo, Tito, Linda y otros, a mis amigos del bachillerato, Nando, Alex, Jero, Leiver, Luis, Juan Carlos, Mónica y otros.

A mis amigos de la universidad: Armando, Auner, Marvin, Obdulio, Ferneli, Rusbeli, Balta, Neyder, Wilber, Manuel, Hilario, Miguel, Amado, Alonso y otros. Por todo el tiempo que estuvimos compartiendo esta amistad, en las buenas y las malas, de las bromas que hacíamos, gracias amigos míos.

A Mis Amistades en Saltillo

A la señora Lupe (†) a pesar de que ya no se encuentra con nosotros se que se siente orgullosa de los logros que he obtenido y donde quiera que se encuentre siempre la recordare con todo cariño, gracias por todo el apoyo que me brindo que aun sin conocerme me trato como a un hijo. A la señora Socorrito por toda su ayuda y su amistad que me propicio incondicionalmente, al Cubis por su amistad durante el tiempo que lo conocí.

A Mis Compañeros Del Grupo Norteño Buitre

Poncho, Ferneli, Manuel, Víctor, Tapoya, Juan, Armando, Marvin, al maestro jaramillo quien nos apoyo grandemente en la grabación del disco Y espero que siempre sigamos siendo amigos, en cualquier lugar y tiempo que estemos Y todos aquellos que me falto mencionar quiero que sepan que les dedico este trabajo y que siempre contarán con un amigo.

ÍNDICE

Agradecimientos.....	I
Dedicatorias.....	III
Resumen.....	VIII
CAPITULO I	
Introducción.....	1
Justificación.....	2
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
Metas.....	3

CAPITULO II.- REVISIÓN DE LITERATURA

Correlación.....	4
Regresión.....	10
Modelos estadísticos.....	15

CAPITULO III.- MATERIALES Y METODOS

Material experimental.....	16
Procedimiento experimental.....	17
Análisis estadístico.....	23

CAPITULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIONES

Peso de grano.....	34
Peso de campo.....	35
Días a floración.....	36
Altura de planta.....	37
Excursión.....	38
Tamaño de panoja.....	38
Correlaciones y regresiones.....	40

V.- CONCLUSIONES.....	47
-----------------------	----

IV.-RECOMENDACIONES.....	49
VII.-BIBLIOGRAFIA CITADA.....	50
VIII.-APENDICE.....	57

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1. Relación de híbridos experimentales de sorgo utilizados en este estudio.

Cuadro 3.2. Concentración de datos de seis variables en estudio.

Cuadro 3.3. Modelo Del Diseño De Bloques Al Azar.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios. ANVA.

Cuadro 4.2. Pruebas de diferencia mínima significativa para rendimiento.

Cuadro 4.3. Medias de rendimiento transformados a ton. /ha. Y de características agronómicas.

Cuadro 4.4. Correlaciones por rangos entre pares de variables, cuando se consideran todos contra todos.

Cuadro 4.5. Formula de regresión $y = a + bxi$

Cuadro 4.6. Comparación de rendimientos del método tradicional y la fórmula de ajuste en estudio.

RESUMEN

Esta tesis de investigación tiene como objetivo calcular directamente con datos obtenidos en el campo el peso real de grano utilizando para ello un análisis de regresión entre las variables Peso de campo vs. Peso de grano, las cuales presentaron una correlación altamente significativa donde la $r = 0.99$,

siendo la base primordial que nos permitió la utilización de una regresión lineal ($y = a + bxi$). Para llevar a cabo este trabajo de tesis se realizó una evaluación de 22 híbridos experimentales de sorgo para grano en donde se incluyeron 5 testigos comerciales, cuyo objetivo fue estudiar la correlación y regresión para determinar fórmulas que nos permitiera ahorrar tiempo, dinero, y fueran confiables; el experimento se llevó a cabo en roque Guanajuato, en el tecnológico Agropecuario número 33, en el ciclo primavera - verano. La fecha de siembra fue el 16 de abril del 2003, el ensayo de los materiales se realizó bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, siendo la parcela útil de un surco de tres metros de largo por tratamiento. Se evaluaron seis variables que fueron: días a floración, altura de planta, excursión, tamaño de panoja, peso de campo y peso de grano encontrándose diferencia altamente significativa en todas las variables analizadas a excepción de la variable excursión que no presentó diferencia entre tratamientos. Se corrieron análisis de correlación entre todas las variables y una ecuación de regresión entre las variables peso de campo y peso de grano con el propósito de encontrar una fórmula que ajustara el peso de campo (var. Independiente) con el peso de grano (var. Dependiente). Obteniéndose finalmente el objetivo planteado y determinando una fórmula que ajuste con mucha confiabilidad los datos.

INTRODUCCIÓN

A la fecha, los resultados finales del comportamiento de un número de genotipos probados en un ambiente determinado, se obtienen mediante una serie de actividades que culminan con la determinación de la variable más importante que es rendimiento por unidad de superficie de cada uno de los genotipos evaluados. Esta variable, se determina generalmente cosechando la producción de cada parcela útil experimental que mediante transformaciones matemáticas, estadísticas se obtiene el valor de dicha variable, por lo que la información sobre el potencial productivo de los materiales probados se tiene disponible en corto tiempo después de haber cosechado el experimento.

Así, la introducción y utilización de variedades nuevas en determinadas regiones o países, la aplicación de métodos genéticos a la mejora de plantas, las recomendaciones para la aplicación de fertilizantes, la modificación de las prácticas culturales a través del tiempo, los métodos de combate y prevención de las plagas y enfermedades y muchos hechos más que han contribuido a la evolución de la agricultura, se han establecido como consecuencia de ensayos y experimentos de campo, llevados a cabo en cada ocasión de acuerdo al grado de perfección alcanzado en el momento por la técnica experimental. En ocasiones, las ideas renovadoras no surgen sino como consecuencia de observaciones llevadas a efecto con motivo de experimentaciones emprendidas con otra finalidad.

Así pues, en la actualidad, a pesar de los grandes avances en las ciencias agronómicas todavía se continúan en la búsqueda de herramientas experimentales que permitan obtener de una manera rápida, precisa y confiable los resultados finales del potencial productivo de los de genotipos probados en un ambiente determinado. Esto quizá sea debido a que en el resultado final del potencial productivo influyen un gran número de factores diferentes, o sea, que el número de variables de que depende dicho resultado impide el establecimiento de fórmulas matemáticas para predecir el valor de la producción. Sin embargo, una vez establecida la fórmula correspondiente a cada hecho particular, basta dar a las variedades independientes representativas de las causas, los valores que deben asignárseles en cada problema, para obtener después de sencillas operaciones matemáticas el valor correspondiente al resultado final.

Por lo antes expuesto, los **objetivos** del presente trabajo son:

- 1.- Determinar por medio de correlación y regresión una fórmula que permita a partir de peso de campo, el rendimiento de grano.
- 2.- Comparar los rendimientos obtenidos por el método tradicional con los ajustados de la fórmula determinada.

Hipótesis

- 1.- Matemáticamente es posible determinar un mecanismo que permita ajustar los rendimientos de campo a rendimiento de grano.
- 2.- No hay diferencias entre los resultados obtenidos en ambos métodos.

Meta

Obtener una fórmula matemática para calcular los rendimientos finales en parcelas experimentales en sorgo.

II.- REVISION DE LITERATURA

Correlación

Downie (1973), explica que la correlación es una medida de la relación entre dos variables y la mayor parte de los coeficientes de correlación indican dos cosas, primero la cuantía de la relación y la otra cuenta el sentido inverso, dando a conocer que a medida que aumenta una de ellas disminuye el valor de la otra. Observo que una de las condiciones básicas que deben cumplirse para aplicar el coeficiente de correlación de Pearson es que exista una relación lineal entre dos variables en estudio.

García (1970), Menciona que una correlación de grados o rangos es el número que indica la posición de ese término dentro de la serie, dando a conocer que el último rango no indica las variaciones cuantitativas del fenómeno si no sus variaciones cualitativas.

Holguín y Hayashi (1974), dedujeron que la relación que se establece de la variación explicada a la variación total es lo que se llama coeficiente de determinación y cuando la variación explicada no existe, o sea, la variación total es no explicada, la razón es cero y si la variación no explicada no existe en la variación total la razón es igual a la unidad.

Piernavieja (1955), menciona que la concordancia existente entre dos o más caracteres presentes en la misma población se denomina correlación. Es

lineal cuando la función representativa es de tipo comparativo, ejemplo: como longitud de tallo y cantidad de fruto, superficie sembrada y la cantidad cosechada, pudiendo ser directa, indirecta, inversa, positiva o negativa.

Olmos (1981) menciona que las correlaciones genotípicas y genéticas constituyen un instrumento básico dentro del mejoramiento de plantas, la cual nos permite conocer el grado de influencia que tienen los componentes de rendimientos entre ellos mismos.

Mosquera (1961), menciona que la correlación múltiple se refiere al grado de asociación entre dos o más variables y la correlación parcial mide el grado de relación entre varias variables con relación a una de ellas, la cual permanece constante.

Jan Orn (1976), encontró correlación positiva entre rendimiento de grano con altura de planta y días a madurez fisiológica esto debido a que en la selección de genotipos solamente se toma en consideración la características rendimiento de campo, dando como resultado mayor producción en todas las variedades tardías.

Pacucci y Frey (1972) trabajando con avena midieron la estabilidad del rendimiento de grano utilizando el método de Eberhart y Rusell (1966), encontraron que existía una relación positiva entre el rendimiento y valores de regresión, por lo que al disminuir el rendimiento disminuía el valor de la regresión.

Langer et al. (1978) No encontró asociación entre la media y el coeficiente de regresión siendo de ($r = 0.10$), corroborando los resultados de Finlay y Wilkinson (1963) y Frey (1972) pero difiriendo de los reportados por Eagles et al. (1977), Fatunla y Frey (1974) y Perkins y Jinks (1968) quienes encontraron correlaciones altas entre estas variables. Estas diferencias pudieron haber ocurrido debido a que el primer grupo uso variedades o líneas avanzadas, mientras que el otro utilizo entradas al azar.

Ultra y Singh (1974) reportaron en trigo baja correlación entre las desviaciones de regresión (s^2_{di}) y la ecovalencia (wi^2) siendo de ($r = 0.35$) y una correlación alta entre los coeficientes de regresión (b_i y β_i) siendo ($r = 1.0$) para rendimiento de grano, El experimento consistió de ocho variedades evaluadas en 48 ambientes. Por otra parte, Easton y Climents (1973) encontraron que tanto las desviaciones de regresión, como los valores de Wricke (1962) y Plaisted y Peterson (1959) eran convenientes para detectar variedades con correlaciones de adaptación atípicas, pero recomiendan precaución al describir como inestables aquellos genotipos con altos valores de estos parámetros.

Lozano (1980) trabajando con tres series de experimentos comparo los métodos de Eberhart y Rusell (1966), Wricke (1962), Langer et al. (1979) Y

Pinthus (1973) para probar su efectividad en la evaluación y selección de germoplasma de triticale reportando correlaciones positivas y altamente significativas entre la media de rendimiento y el coeficiente de regresión de Eberhart y Rusell (1966) y negativas y altamente significativas entre el coeficiente de determinación (r^2) y la varianza (s^2), mientras que entre el coeficiente de determinación (r^2) y la ecovalencia (wi^2) también fueron negativas. Reporto además una correlación positiva entre el coeficiente de regresión (bi) con los rangos (ri y $r2$), así como entre los rangos. La correlación entre los demás parámetros vario de experimento a experimento.

Langer et al. (1979) reportaron en avena que las correlaciones entre la media de rendimiento y los parámetros que miden la estabilidad de producción, varianza (s^2), desviación de regresión (di), rangos(r^2) y ecovalencia (wi^2) que fueron variables. Así la correlación entre la media y el coeficiente de determinación (r^2) vario desde negativa hasta alta y positivamente significativa y la correlación combinada tuvo un valor de 0.30. La correlación entre la media y las desviaciones de regresión, vario desde negativa o positiva y la combinada tuvo un valor de -0.17 no significativa. Un patrón muy similar tuvieron la media y los valores de Wricke (1962) con una correlación combinada y no significativa de -0.10. La correlación entre los coeficientes de regresión y coeficientes de determinación fue variable y la combinada tuvo un valor de ($r = 0.42$) de dudosa importancia por que la correlación entre las series no fue significativa. Una

correlación positiva y altamente significativa fue reportada entre el coeficiente de regresión con el coeficiente de determinación (r^2) lo cual según Langer et al (1979) indica que los genotipos pueden ser seleccionados con precisión para el coeficiente de regresión, usando simplemente los rangos de las medias varietales. La correlación entre el rango (R_z) y el coeficiente de regresión también fue alta y positivamente significativa, pero menor que la de b_i con el rango (R_1).

Nguyen et al. (1980) evaluando 25 materiales sintéticos encontraron que la media y el coeficiente de regresión hubo una correlación no significativa, mientras que con el coeficiente de determinación, desviaciones de regresión y ecovalencia fueron de 0.45, - 0.52 respectivamente. En tanto que el coeficiente de regresión (b_i) estuvo correlacionado positiva y significativamente con el coeficiente de determinación (r^2) y negativamente correlaciones con la ecovalencia (w_i^2) y desviación de regresión (r^2) (d_i). Concluye que el método de Plaisted y Peterson (1959) fue el más laborioso y que podría tener poca utilidad cuando son evaluadas un gran número de variedades. Los métodos de Wricke (1962) y Shukla (1972) fueron igualmente efectivos, pero el método de Shukla (1972) es más deseable que el de Wricke (1962) en presencia de covariables.

Bacusmo et al. (1988) trabajando con camote coinciden con kang y miller (1984) en lo referente a la efectividad del método de Shukla (1972) cuando en el experimento se tienen algunas covariables. Ellos lo compararon con el método de Eberhart y Rusell (1966) encontrando una buena asociación entre el coeficiente de regresión y la varianza de estabilidad de Shukla (1972), sugiriendo que este es más deseable que el de Eberhart y Rusell (1966).

Chaudhary (1977), encontró que el rendimiento de grano en sorgo se correlaciona significativamente y de forma positiva con el área , excersión de la hoja bandera, el número de granos por panoja, peso de 1000 granos de tal forma que las hojas cuatro, cinco y siete muestran correlación positiva con el rendimiento de grano.

Liang (1969), menciona que el peso y el número de granos por panoja son caracteres que están negativamente correlacionadas con el por ciento de germinación y proteínas de la semilla.

Regresión

Piernavieja (1955), define regresión lineal como la presencia conjunta de dos datos característicos entre los que existe una relación y dependencia,

determinando la variación cuantitativa que corresponde a un carácter al variar el otro y viceversa.

Holguin y Hayashi (1974) dijeron que se pueden expresar datos de dos o mas fenómenos a través de una ecuación matemática que suele llamarse regresión, la cual la curva de regresión dependerá de la tendencia que muestren los datos en el diagrama de dispersión pudiendo seguir una tendencia lineal, parabólica, logística.

Rascon (1977), menciona que cuando una variable aleatoria se describe en términos de (con base en) x , se dice que la línea de regresión es de y con base en x y en caso contrario, la línea de regresión será de x con base en y .

García (1970), calcula el peso de una persona, conociendo su altura mediante la ecuación de regresión dándole a x el valor de la estatura y el valor resultante para el peso y , obteniéndose dos valores en los cuales se encuentran el peso de la persona en una probabilidad de 0.68 aproximadamente, obviamente existiría una regresión correcta si todos los puntos del diagrama de dispersión quedan situados sobre la línea de regresión.

Yates y Cochran (1938) desarrollaron una técnica estadística para comparar el comportamiento de un conjunto de variedades en varios ambientes

diferentes, se han desarrollado numerosos y variados procedimientos estadísticos para medir la estabilidad del rendimiento y otras características importantes, cuando los genotipos son sometidos a diferentes condiciones ambientales. Ellos aplicaron una técnica de regresión de los datos de rendimiento de cebada en seis localidades por dos años sobre los índices ambientales, obteniéndose así los coeficientes de regresión del rendimiento de cada variedad, como parámetros para medir la estabilidad del rendimiento.

Zamora (1995), Menciona que es más confiable de caracterizar genotipos utilizando la media de rendimiento junto con el coeficiente de regresión y desviaciones de regresión propuestos por Eberhard y Rusell (1996) dada la asociación del coeficiente de regresión con la desviación estadística, Varianza, coeficiente de variación. También podrá utilizarse una combinación de la media con alguno de los parámetros antes mencionados para caracterizar genotipos utilizando la clasificación propuesta por Finlay y Wilkinson (1963). Aunque es deseable desarrollar antes una forma para cuantificar la pendiente de regresión en base a las tres medidas de dispersión mencionados anteriormente.

Finlay y Wilkinson (1963) con la técnica de regresión, usando transformación logarítmica y trabajando con datos reales para inducir homogeneidad en el error experimental y linealidad en la respuesta de los

rendimientos individuales sobre los promedios ambientales. Ellos trabajaron con 227 variedades de cebada y siete ambientes, usando dos parámetros en su análisis de adaptación, la media varietal sobre todos los ambientes y coeficientes de regresión. Así mismo indicaron la estabilidad promedio como un coeficiente de regresión próximo a la unidad cuando este se encuentra asociado con una media alta de rendimiento. Las variedades tienen adaptación general, cuando esta asociado con una media de rendimiento baja. Los valores de regresión superiores a la unidad caracterizan a variedades que incrementan su sensibilidad a los cambios ambientales, y por lo tanto, se incrementan su especificidad de adaptación a ambientes de alto rendimiento. El segundo parámetro, media varietal sobre todos los ambientes, proporciona una media comparativa del comportamiento de las variedades individuales.

Eberhart y Russell (1966) sugieren que el coeficiente de regresión sea usado como un parámetro para medir la respuesta de cada cultivar a los índices ambientales y proponen que la estabilidad de producción de cada cultivar fuese mas apropiadamente medida por el cuadrado medio de las desviaciones de regresión.

Carballo y Márquez (1970) definieron cinco situaciones mas aparte de Heberhart y Russell (1966) usando el termino *consistencia* para indicar un valor igual a cero en las desviaciones de regresión, considerando *inconsistencia* una variedad cuando estas son mayores que cero.

Verma et al. (1978) Hizo una nueva clasificación de genotipos basándose en su coeficiente de regresión (bi), la cual consiste en subdividir los ambientes en dos grupos, uno que contenga los sitios o localidades con índices ambientales negativos, y el otro con localidades con índices ambientales positivos, y calcular los parámetros de estabilidad de Eberhart y Rusell (1966) para cada genotipo en cada grupo. Los genotipos son entonces clasificados basándose en su coeficiente de regresión en los dos grupos de ambientes, definiéndose a un genotipo ideal como aquel que posea un bi menor que la unidad en los sitios de alto rendimiento de igual manera consideran que un genotipo es mejor para localidades de bajo rendimiento cuando su bi toma valores menores que uno en los sitios de alto rendimiento y valores mayores o menores que la unidad en aquellos de bajo rendimiento.

Tai (1971) propone un método de análisis de estabilidad similar al de Eberhart y Rusell (1966). El descompone el efecto de interacción genotipo - ambiente de una variedad en dos componentes. La respuesta lineal a los efectos ambientales medidos y las desviaciones de la respuesta lineal medidas por el estadístico tai reconsidera que una variedad con estabilidad promedio es cuando posee valores de seno (∞) es igual 0 y landa (λ) es igual 1 y la considera perfectamente estable cuando seno (∞) es igual -1 y landa (λ) es igual a 1.

Varios investigadores han señalado algunas limitaciones de la técnica de regresión knight (1970), Freeman y Perkins, (1971), witcombe y whittington (1971), Hill (1975), Baker (1969) y Bit et al (1976) en base que en un análisis de varianza, la proporción de la suma de cuadrados de la interacción genotipo - ambiente atribuible a la regresión lineal sobre índices ambientales puede ser muy pequeña. Otro problema con la regresión del rendimiento sobre los ambientes es que los parámetros de estabilidad paralela a la respuesta media de todos los genotipos son considerados en el experimento.

Modelos estadísticos

Méndez (1970), menciona la importancia de las matemáticas en la ciencia moderna, la cual se debe fundamentalmente a la capacidad de poder describir determinados fenómenos a través de modelos matemáticos; tratando de encontrar explicación sobre un fenómeno determinado, en el cual intervienen variables involucradas, así como números, coeficientes, constantes y características del fenómeno bajo estudio.

John y wassermas (1970) mencionaron que para realizar análisis predictorios el modelo de regresión y de correlación es altamente confiable y con el cual ha probado ser una herramienta experimentalmente útil en la estadística con dos o mas variables, prediciendo sobre la base de la otra.

Méndez (1970) menciona que el análisis de varianza es extensamente usado en la experimentación en general y en especial en la experimentación agrícola; donde lo que se hace es postular modelos lineales mas complicados para describir situaciones experimentales.

III.- MATERIALES Y METODOS

MATERIAL EXPERIMENTAL

Materiales biológicos

En el cuadro 3.1 Se presenta la relación de los híbridos de sorgo, que fueron utilizados en la evaluación, que comprende 22 híbridos experimentales, generados por el programa de sorgo de la UAAAN en el proyecto de investigación “ Formación de híbridos”, donde se incluyen también cinco híbridos comerciales como testigos.

Cuadro 3.1. Relación de híbridos experimentales de sorgo utilizados en este estudio.

Numero de entrada	Genealogía	Numero de entrada	Genealogía
1	13 -3A X IA58	16	13 -2A X 8-2
2	13 – 3A X 30 *	17	104 A X 30 *
3	108–2AXT X2904	18	144 A X T X 2904
4	108 -2A X12*	19	144 A X T X 2894
5	108 -3A X I17 -2	20	144 A X 30 *
6	108 –3A X 30*	21	101 – IA X 12 *
7	108 – 3A X12*	22	101 – IA X T X 2896
8	109 -2A X 21 -1	23	Kilate (T)
9	109 -2AX 17- 4	24	Ámbar (T)
10	109 -3A X IA28	25	Marfil (T)
11	110 -2A X 12-1	26	Dekalb D – 69 (T)
12	110 -2A X IA58	27	Dekalb D -65 (T)
13	110 -3A X 120		
14	13 –IA X 12 -1		
15	13 – IA X IA48		

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Localización Del Experimento

El experimento fue establecido en Roque, Celaya, Gto. En el Instituto Tecnológico Agropecuario N° 33 en Primavera-Verano el 16 de abril del 2003. La localización encuentra a una altura de 1752 m.s.n.m con una temperatura media anual de 18.8 °C. Esta localidad se encuentra bajo las siguientes coordenadas geográficas, de 100° 49' longitud Oeste y 20° 31' latitud Norte, con una precipitación promedio anual de 683 Mm. De clima templado. Situado en la parte centro del país, considerado bajío mexicano. Comprende suelos ígneos, color gris oscuro, textura arcillosa, con drenaje interno lento con profundidades de más de cincuenta centímetros.

Diseño experimental

27 genotipos se sembraron bajo un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones. El área experimental donde se establecieron los materiales genéticos fueron de dos surcos de 8 metros de longitud y una distancia entre surcos de .80 m. Cuando las plantas llegaron a madurez se tomo como parcela útil 3 metros de la parte central, de donde se obtuvieron los rendimientos en ton/ha para cada uno de los materiales genéticos.

Establecimiento y Manejo Del Experimento:

Preparación del terreno

El sorgo debe de tener buenas condiciones de establecimiento para un buen desarrollo, sobre todo que este libre de malezas para no competir con otras especies, por lo tanto se mantuvo bajo estos cuidados. Para el establecimiento de este experimento se realizaron varias actividades de preparación:

Barbecho

El barbecho prácticamente consiste en romper la capa arable del suelo, a una profundidad bastante adecuada para incorporar residuos y dejar expuestas organismos patógenos, y eliminar malas hierbas que puedan competir con el sorgo.

Rastra

Es básicamente la actividad seguida del barbecho que consiste en desmenuzar o pulverizar las partes mas duras y los terrones del suelo, dando una propiedad más ligera y apropiada para el cultivo del sorgo, para no tener problemas que impida un buen establecimiento y uniformidad de siembra.

Nivelación

La nivelación se realiza con el objetivo de darle buena distribución al agua de riego consiguiendo con ello un acondicionamiento del terreno, permitiendo que las siembras sean uniformes y facilite las labores de riego y drenaje adecuadas.

Siembra

La siembra se realizó el día 16 de abril del 2003 efectuándose manualmente a chorrillo, y teniendo cuidado de no enterrar excesivamente la semilla dejándola a unos 3 a 5 cm. de profundidad procurando que esta fuera regular. Con una densidad de 20 Kg. /ha.

Fertilización

La fórmula de la fertilización fue 190-90-00 aplicando la mitad del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra y el resto del nitrógeno al momento del primer cultivo. La fuente del nitrógeno fue urea y la del fósforo fue superfosfato de calcio triple.

Toma Datos

Los datos que se tomaron fueron: días a floración, altura de planta, excursión, tamaño de la panoja, peso de campo y peso de grano. Días a floración, altura de planta, excursión, tamaño de la panoja fueron tomados en campo y los datos peso de grano, peso de campo fueron tomados en la bodega de sorgo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Días floración: Esta se tomó cuando el 50 por ciento de las panojas

estaban en antesis.

Altura de planta: Se tomo de acuerdo al promedio de 10 plantas tomadas al azar midiendo cada una de ellas de la base del tallo al ápice de la panoja.

Excursión: Se midió la distancia que hay a partir de la base de la hoja bandera a la base de la panoja, promediando 10 plantas tomadas al azar.

Tamaño de panoja: Se tomo promediando 10 panojas al azar, midiendo la distancia que existe entre el raquis donde inicia la panoja

Peso de campo: Se realizo tomando el peso de la panoja completa sin desgranar. Para ello se cortó el excedente del raquis hasta donde comienza la primera ramificación.

Peso de grano: Este se obtuvo desgranando manualmente las panojas de la parcela útil y posteriormente pesando el grano.

Producción por hectárea: Para transformar peso de campo y peso de grano a

ton/ha se utilizo la formula: $P.HA. = FC \times PPU$.

Donde P.Ha. = producción por hectárea.

FC: Factor de Conversión = $10,000/\text{área de la parcela útil}$.

PPU = Peso por parcela útil.

Cuadro3.2. Concentración de datos de seis variables en estudio.

Entrada	Genealogía	Días a floración			Altura de planta			Excursión			Tamaño de panoja			Peso de campo			Peso de grano		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	13 -3A X IA58	91	93	88	1.32	1.32	1.3	15	13	20	20	18	24	2.1	1.25	2.05	1.85	1.05	1.8
2	13 – 3A X 30 *	90	91	90	1.32	1.38	1.14	10	18	14	23	20	21	1.95	1.05	0.7	1.6	0.85	0.6
3	108–2AXT X2904	84	83	86	1.35	1.5	1.4	22	18	14	24	16	23	3	2.6	2.25	2.6	2.15	1.95
4	108 -2A X12*	91	95	91	1.38	1.6	1.35	21	15	6	20	23	23	2.6	3.1	2.8	2.3	2.6	2.45
5	108 -3A X 117 -2	86	89	89	2	2.1	2.1	26	18	21	21	22	20	2.25	2.35	1.9	1.85	2	1.5
6	108 –3A X 30*	89	91	88	1.25	1.6	1.32	18	27	21	21	21	23	1.5	3.1	2.75	1.3	2.75	2.45
7	108 – 3A X12*	90	90	91	1.46	1.56	1.35	22	26	15	23	23	23	2.1	3	2.6	1.75	2.6	2.25
8	109 -2A X 21 -1	89	90	89	1.7	1.8	1.7	4	17	16	23	23	23	2.7	2.7	3.45	2.3	2.45	3.05
9	109 -3A X IA28	84	84	84	1.6	1.58	1.62	12	17	15	26	26	27	1.25	1.85	1.75	1	1.6	1.3
10	109 -3A X IA28	78	84	84	1.6	1.6	1.6	19	23	13	21	27	22	2.3	2.65	3	2.05	2.25	2.65
11	110 -2A X 12-1	91	95	91	1.65	1.7	1.66	14	23	16	27	27	26	2.05	2.05	2.65	1.8	1.75	2.2
12	110 -2A X IA58	91	91	89	1.65	1.62	1.5	18	20	18	25	27	24	1.95	2.8	3.25	1.65	2.45	2.85
13	110 -3A X 120	95	95	91	1.75	1.8	1.7	12	16	16	25	23	28	3.6	3.1	2.85	2.25	2.7	2.5
14	13 –IA X 12 -1	84	84	86	1.37	1.4	1.36	12	11	15	23	26	23	1.6	2	1.85	1.35	1.65	1.6
15	13 – IA X IA48	86	89	88	1.3	1.45	1.42	16	14	15	21	22	23	1.9	1.55	2.1	1.7	1.3	1.85
16	13 -2A X 8-2	83	90	87	1.5	1.4	1.28	14	16	15	25	23	24	1.7	2	2.35	1.5	1.75	2.05
17	104 A X 30 *	95	95	95	1.5	1.45	1.61	16	15	10	25	24	28	2.35	2.5	1.8	2	2.15	1.5
18	144 A X T X 2904	94	94	90	1.4	1.46	1.28	20	14	18	25	29	24	2.65	2.35	2.8	2.35	2	2.5
19	144 A X T X 2894	95	98	94	1.5	1.57	1.5	23	14	19	22	25	25	2.8	2.9	3.1	2.4	2.35	2.7
20	144 A X 30 *	94	97	91	1.48	1.35	1.25	24	30	21	23	22	26	2.75	2.95	2.4	2.35	2.55	2.05
21	101 – IA X 12 *	89	94	91	1.56	1.5	1.63	14	18	26	24	22	19	2.2	3.35	2.43	2	2.95	2.05
22	101 – IA X T X 2896	95	91	90	1.56	1.65	1.56	18	17	19	25	26	27	2.4	2.35	2.85	2.15	2.05	2.55
23	Kilate (T)	93	91	86	1.5	1.45	1.37	24	14	13	23	24	23	3.25	3.4	3.5	2.85	3	3.05
24	Ámbar (T)	94	85	84	1.47	1.5	1.46	15	24	17	23	23	23	3	1.25	2.3	2.23	1.8	1.85
25	Marfil (T)	93	86	88	1.57	1.55	1.49	25	21	16	21	20	23	3.3	2.75	2.8	2.8	2.25	2.25
26	DeKalb D – 69 (T)	92	89	89	1.53	1.5	1.4	16	16	20	22	24	26	2.6	2.2	1.45	2.25	2	1.3
27	DeKalb D -65 (T)	95	84	84	1.56	1.5	1.3	24	15	16	24	22	24	3.95	2.95	3.65	3.55	2.55	3.2

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis de varianza, se utilizó un diseño de bloques al azar considerando 27 tratamientos con 3 repeticiones que fueron evaluadas en el campo experimental de las instalaciones del instituto tecnológico agropecuario de Roque, Gto.

El análisis de varianza se realizó bajo el siguiente modelo lineal para medir las variables después del establecimiento del cultivo con la finalidad de detectar posibles diferencias entre los genotipos evaluados.

$$X_{ij} = \mu_{..} + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

$\mu_{..} =$	Media general del experimento
$\beta_j =$	Efecto del j-ésimo bloque
$\tau_i =$	Efecto del i-ésimo tratamiento
$\varepsilon_{ij} =$	Efecto del error

3.3. Modelo del diseño de bloques al azar.

F V	G.L.	S.C.	C.M.	FC.
Bloques	r-1	$\sum_{j=1}^r \frac{Y^2_{.j}}{t} - \frac{Y^2}{tr}$	$\frac{S.C. .r}{r - 1}$	$\frac{C.M. .r}{C.M. .E}$
Trat.	t-1	$\sum_{i=1}^t \frac{Y^2_{i.}}{r} - \frac{Y^2}{tr}$	$\frac{S.C. .t}{t - 1}$	$\frac{C.M. .t}{C.M. .E}$
Error Exp.	(r-1) (t-1)	SCTotales-SCTrat. – SCRep.	$\frac{S.C. .tot.}{(r - 1)(t - 1)}$	
SumaTotal	rt-1	$\sum_{ij} Y^2_{ij} - \frac{Y^2}{tr}$		

Este análisis de varianza contempla pruebas de significancia para las hipótesis siguientes

HO: $Z_1 = Z_2 = \dots = Z_t$ vs HA: $Z_1 \neq Z_2 \neq \dots \neq Z_t$

Coeficiente De Variación

Para determinar el grado de confiabilidad de los resultados se calculó el coeficiente de variación para cada una de las variables en estudio, utilizando la formula:

$$C.V = \frac{\sqrt{C.M.E}}{\bar{x}} \times 100$$

Donde:

CV. = Coeficiente de variación

C.M.E.E. = Cuadrado medio del error experimental

X = Media general

Comparación de medias (DMS).

Para la comparación múltiple de medias, se utilizo la siguiente formula:

$$D.M.S. = t_{\alpha/2, g.l.E.E.} \sqrt{\frac{2C.M.E.E.}{r}}$$

Donde:

C.M.E.E. = Cuadrado medio del error experimental.

t_{∞} = valor de t a nivel de significancia 0.05 con los grados de libertad del error experimental.

r = Repeticiones

Correlaciones Y Regresiones

Con el objeto de determinar las correlaciones fenotípicas existente entre estas seis variables estudiadas, se realizo un análisis utilizando la siguiente formula:

$$r_{XY} = \frac{CovXY}{\sqrt{\sigma^2 X \cdot \sigma^2 Y}}$$

Donde:

r_{xy} = Correlación

Cov XY = Covarianza de la variable x (independiente) con la variable y (dependiente).

$\sigma^2 X$ = Varianza de la variable independiente.

$\sigma^2 Y$ = Varianza de la variable dependiente.

La significancia de los coeficientes de correlación se estimaron mediante una prueba de "t" con la siguiente formula:

$$t = \frac{r \sqrt{n - 2}}{\sqrt{1 - r^2}}$$

Donde:

r = Coeficiente de correlación.

n = Numero de tratamientos.

Ecuación de la regresión fue calculada mediante la formula $Y_i = a + bx_i$

Donde:

x_i : Peso real de campo del x - iesimo tratamiento.

y_i : Peso estimado de grano del y - iesimo tratamiento.

a : Intercepción.

b : Pendiente.

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n \left(x_i - \bar{x} \right) \left(y_i - \bar{y} \right)}{\sum \left(x_i - \bar{x} \right)^2}$$

$$a = \bar{y} - b \bar{x}$$

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIONES

En este capítulo se discutirán cada una de las variables estudiadas basándose en tratamientos y repeticiones, de tal manera que se dará una explicación sobre cada una de ellas de acuerdo a su expresión en campo. Con el fin de analizar estadísticamente el comportamiento de los 27 materiales genéticos evaluados en el ciclo P-V del 2003, se realizaron análisis de varianza (ANVA) para las seis características agronómicas estudiadas, cuyos cuadrados medios y coeficientes de variación se presentan en el (cuadro 4.1).

Para agrupar estadísticamente los materiales evaluados se efectuaron pruebas de DMS al nivel de cinco por ciento de probabilidad (Cuadro 4.2), a la vez para determinar el comportamiento agronómico de los materiales con sus respectivas características, se concentraron todos los datos a fin de determinar cual es el mejor (cuadro 4.3). Se presentan también los análisis de correlación y regresión efectuados en las variables estudiadas poniendo especial atención a las correlaciones de peso de campo vs. Rendimiento de grano, motivo de este estudio (cuadro 4.4), así como fórmula de ajuste que se establece a través de la ecuación de la regresión (cuadro 4.5) y las comparaciones del método tradicional con el de fórmula de ajuste (cuadro 4.6).

Cuadro 4.1. Cuadrados medios. ANVA

F.V	GL	P. de campo	P. de grano	D. a floración	A. de planta	Excursión	T. de panoja
REP	2	0,033 NS	0,052 NS	20,704 NS	0,047 **	19,272 NS	4,309 NS
TRAT	26	0,869 **	0,673 **	34,846 **	0,08 **	28,334 NS	9,790 **
EE	52	0,202	0,142	6,588	0,005	18,425	3,475
C.V.		18,31%	17,81%	2,86%	4,88%	24,68%	7,96%

NS: No significativo

** : Altamente significativo $P \geq 0.01$

* : Significativo $P \geq 0.05$

De acuerdo a los análisis de varianza (cuadro 4.1) efectuados a cada una de las variables estudiadas, se observó alta significancia en las variables peso de campo, rendimiento de grano, días a floración, altura de planta y tamaño de panoja, lo cual indica que los híbridos evaluados variaron considerablemente en estas características, es decir, los híbridos son totalmente diferentes. No así para excursión que mostró no significancia, o sea, que esta variable fue muy similar en todos los materiales. En el caso de repeticiones prácticamente todas las variables no mostraron significancia lo cual quiere decir, que los materiales se comportaron de igual manera en las repeticiones y que posibles efectos ambientales (heterogeneidad del suelo) no causaron efectos sobre la expresión de dichas variables. A excepción de la variable altura de planta que mostró alta significancia.

Por lo que respecta a los CV. De las variables estudiadas estas caen dentro de los límites de confiabilidad, por lo que se considera que el experimento y en particular la toma de datos fue realizada eficazmente con un mínimo de error.

Cuadro 4.2. Pruebas de diferencia mínima significativa para rendimiento.

Nº de Entradas	Genealogía	Ton/ha	DMS
27	Dekalb D -65 (T)	12.917	A
23	Kilate (T)	12.361	AB
8	109 -2A X 21 -1	10.833	ABC
13	110 -3A X 120	10.347	ABCD
19	144 A X T X 2894	10.347	ABCD
4	108 -2A X12	10.208	BCDE
25	Marfil (T)	10.139	CDE
21	101 – IA X 12	9.722	CDEF
10	109 -3A X IA28	9.653	CDEF
12	110 -2A X IA58	9.653	CDEF
20	144 A X 30	9.653	CDEF
18	144 A X T X 2904	9.514	CDEFG
22	101 – IA X T X2896	9.375	CDEFG
3	108–2AXT X2904	9.306	CDEFG
7	108 – 3A X12	9.167	CDEFG
6	108 –3A X 30	9.028	CDEFGH
24	Ámbar (T)	8.167	DEFGHI
11	110 -2A X 12-1	7.986	DEFGHIJ
17	104 A X 30	7.847	DEFGHIJ
26	Dekalb D – 69 (T)	7.708	EFGHIJ
5	108 -3A X I17 -2	7.431	FGHIJ
16	13 -2A X 8-2	7.361	FGHIJ
15	13 – IA X IA48	6.736	GHIJK
1	13 -3A X IA58	6.530	HIJK
14	13 –IA X 12 -1	6.389	IJK
9	109 -2A X 17-4	5.417	JK
2	13 – 3A X 30	4.236	K
Promedio de testigos		10.258	

En el cuadro 4.2 se presenta resultados de la DMS para rendimiento en donde los genotipos que obtuvieron mejores rendimientos del grupo A estadísticamente iguales fueron (Dekalb D-65 T), Kilate (T), (109 -2A X 21 -1), (110 -3A X 120), (144 A X T X 2894). El rendimiento promedio de los testigos fue de 10.258 ton/ha. El tratamiento numero 27 Dekalb D-65 (T) produjo un rendimiento de 12.917 ton/ha, seguido por kilate (t) con media de 12.361 ton/ha. Y los híbridos experimentales de la UAAAN, 109 -2A X 21 -1 con 10.833 ton/ha. 110 -3A X 120 con 10.347 ton/ha y 144A X Tx2894 con 10.347 ton/ha. Todos superaron a la media de testigos. El rendimiento mas bajo corresponde al tratamiento numero 2(13-3Ax30) con un total de 4,236 ton/ha. Esto significa que los materiales genéticos mas sobresalientes son de alto potencial genético, siendo las primeras cinco los mejores los de mayor potencial de rendimiento, cabe mencionar que las dos primeras son híbridos comerciales y los tres siguientes son híbridos experimentales. El análisis de varianza mostró un coeficiente de variación de la variable peso de grano de 17.81 por ciento por lo que podemos decir que los datos son confiables.

Cuadro 4.3 Medias de rendimiento transformados a ton. /ha. Y de características agronómicas.

N° de entradas	Genealogía	Peso de grano Ton/ha,	Peso de campo Ton/ha	Días a Floración.	Altura de Planta. (m.)	Excursión. (cm.)	Tamaño de panoja Cm.
27	Dekalb D -65 (T)	12.917	14.650	87.67	1.45	14.00	23.33
23	Kilate (T)	12.361	14.100	90.00	1.44	13.67	23.33
8	109 -2A X 21 -1	10.833	12.290	89.33	1.73	25.00	23.00
13	110 -3A X 120	10.347	13.260	93.67	1.75	21.00	25.33
19	144 A X T X 2894	10.347	12.220	95.67	1.52	14.67	24.00
4	108 -2A X12	10.208	11.810	92.33	1.44	15.00	22.00
25	Marfil (T)	10.139	12.290	89.00	1.54	12.67	21.33
21	101 – IA X 12	9.722	11.080	91.33	1.56	19.33	21.67
10	109 -3A X IA28	9.653	11.040	82.00	1.60	17.00	23.33
12	110 -2A X IA58	9.653	11.110	90.33	1.59	17.33	25.33
20	144 A X 30	9.653	11.250	94.00	1.36	14.00	23.67
18	144 A X T X 2904	9.514	10.830	92.67	1.38	16.00	26.00
22	101 – IA X T X2896	9.375	10.560	92.00	1.59	17.33	26.00
3	108–2AXT X2904	9.306	10.900	84.33	1.42	14.67	21.00
7	108 – 3A X12	9.167	10.690	90.33	1.46	15.00	23.00
6	108 –3A X 30	9.028	10.210	89.33	1.39	17.67	21.67
24	Ámbar (T)	8.167	9.100	87.67	1.48	18.67	23.00
11	110 -2A X 12-1	7.986	9.380	92.33	1.67	18.67	26.67
17	104 A X 30	7.847	9.330	95.00	1.52	18.00	25.67
26	Dekalb D – 69 (T)	7.708	8.680	90.00	1.48	18.33	24.00
5	108 -3A X I17 -2	7.431	9.030	88.00	2.07	12.33	21.00
16	13 -2A X 8-2	7.361	8.400	86.67	1.39	18.67	24.00
15	13 – IA X IA48	6.736	7.710	87.67	1.39	18.00	22.00
1	13 -3A X IA58	6.530	7.500	90.67	1.31	18.33	20.67
14	13 –IA X 12 -1	6.389	7.570	84.67	1.38	20.67	24.00
9	109 -2A X 17-4	5.417	6.740	84.00	1.60	21.67	26.33
2	13 – 3A X 30	4.236	5.140	90.33	1.28	22.00	21.33
Total		238.031	276.870	2421	40.79	469.68	635.19
Media General.		8.816	10.254	89.67	1.51	17.4	23.53

Peso de grano

Una vez obtenido el peso de campo se procesó a desgranar manualmente cada tratamiento pesando únicamente el grano obtenido en la parcela útil. En el cuadro 4.3 se presenta las medias de cada una de las variables de los 27 materiales que se utilizaron en esta investigación, los materiales más sobresalientes fue el Dekalb-D65 (T) quien registro una media de rendimiento de 12.917 ton/ha y en peso de campo 14.650 ton/ha., después el tratamiento 23 Kilate (T) que registro una media de rendimiento en campo de 14.100 ton/ha y un rendimiento grano de 12.361 ton/ha, el 109 -2A X 21 -1 produjo 10.833 ton/ha en peso de grano y 12.290, después 110 -3A X 120 con 10.347 ton/ha de peso de grano y 13.260 ton/ha en peso de campo, finalmente 144 A X T X 2894 quien produjo 10.347 ton/ha de peso de grano y 12.220 en peso de campo. Dos testigos, el Ámbar y el Dekalb D-69 se encuentran en las posiciones 17 y 20 de la tabla de rendimientos, incluso por debajo de la media general, este último (Dekalb D-69) es un material utilizado en amplias regiones de Guanajuato. Entonces estos materiales con óptimos rendimientos están por arriba de su media general siendo este uno de los mejores materiales genéticos de suma importancia.

Peso de campo

Esta es una de las variables de mayor importancia en investigación, ya que a partir de esta información se generan los planteamientos para la formación de materiales con fines comerciales. Se procedió de la siguiente manera: todas las panojas cosechadas para cada uno de los 27 tratamientos se cortaron utilizando un mismo criterio; esta consistió en tomar y pesar únicamente la panoja (con todo y grano) sin raquis. El tratamiento, Dekalb D - 65 (T), Kilate (T), 110 -3A X 120, 109 -2A X 21 -1, Marfil (T),144 A X T X 2894,108-2AX12 son estadísticamente iguales mostrados en cuadro 4.3. Los cuatro híbridos experimentales con mayor peso de campo son 110 -3A X 120, 109 -2A X 21 -1, Marfil (T),144AXTX 2894,108-2AX12 quienes estadísticamente superan la media de testigos, demostrando ser los mejores en la tabla de rendimientos. Además se obtuvo un rendimiento mínimo correspondiente al tratamiento 2(13-3AX30) con un peso de campo de 5.140 ton. /ha. Y el peso promedio general respecto a los 27 tratamientos fue una media de 10.254 ton/ha, cabe mencionar que se esperaba obtener estas diferencias significativas para esta variable por los diferencias que mostraron entre los materiales genéticos que se evaluaron. El coeficiente de variación para esta variable se considera aceptable con un valor de 18.31 por ciento. Desde un punto de vista económico y de investigación esta variable es una de las que se persigue cualquier investigador por que de ello depende la toma de decisiones para formar nuevos materiales que puedan ser utilizados en el mercado, ó bien

seleccionando progenitores de buena aptitud combinatoria, para indicarlos en poblaciones panmicticas y propiciar la recombinación.

Días a floración

En esta variable días a floración de acuerdo al análisis estadístico, fue altamente significativa para el factor tratamientos, esta nos indica que obtuvimos variabilidad en cuanto a días floración, materiales precoces, intermedios y tardíos, respecto a los tratamientos con máximos rendimientos de grano, dekalb presento 87.67 días a floración quedando por debajo de la media general de 89.67 días, Kilate (T) con 90.00 días, 109 -2A X 21 -1 con 89.33 días, 110 -3A X 120 con 93.67 días y 144 A X T X 2894 con 95.67 la mas tardía de los 27 materiales evaluados. El mínimo fue correspondiente al tratamiento 10(109 -3AXIA28) alcanzando un promedio 82 días la mas precoz de todos los materiales evaluados., entonces cabe mencionar que en el experimento tenemos materiales genéticos con mucha variabilidad genotípica. EL Coeficiente de variación para esta variable fue de 2.86 por ciento. Cabe destacar que la línea IA28 es un buen progenitor en la formación de híbridos probados en Celaya Guanajuato.

Altura de planta

De acuerdo a los resultados para esta variable se llega a concluir que es altamente significativo para el número de repeticiones y el número de tratamientos, el tratamiento número 5(108-3AXI17-2) obtuvo mayor altura de planta de 2.07 metros de altura, mientras que la menor altura de correspondió al tratamiento 2(13-3AX30) de 1.28 metros, la altura promedio general fue de 1.51 metros. Respecto a los materiales con mejor rendimiento: Dekalb-D65 (T) alcanzo una altura de 1.45 metros, Kilate (T) con 1.44 metros de altura, 109 -2A X21-1 con 1.73 metros, 110-3AX120 con 1.75 metros de altura y 144 AXTX 2894 con 1.52 metros de altura. Esto quiere decir que los híbridos experimentales crecieron mas que los híbridos comerciales (cuadro A10), aun que en rendimiento mostraron estadísticamente mayor altura los híbridos 109-2Ax 21-1 y 110-3Ax120. Desde el punto de vista económico al productor no le conviene tener materiales sumamente altos que por la acción del viento esto nos causaría perdidas económicas. El coeficiente de variación fue igual 4.88 por ciento en la que se describe un coeficiente bajo para esta variable. Sin embargo, algunos productores, sobre todo en aquellas regiones también se dedican a la explotación ganadera, le seria de beneficio de utilizar el rastrojo para alimentación animal.

Excursión

En esta variable no se encontró significancia para tratamientos ni para repeticiones. Sin embargo se observa que el promedio mayor del excursión correspondió al tratamiento número 8(109 -2A X 21 -1) con una longitud de 25 cm. Superando ampliamente a los testigos comerciales por mas de 10 cm. El mínimo fue de 12.33 cm. correspondiente al tratamiento número 5(108-3AX117-2), su media general fue de 17.40 cm. de excursión. Respecto a los materiales con mejores rendimiento de grano, Dekalb D -65 (T) su excursión fue de 14 cm. Kilate (T) de 13.67 cm. Estos dos híbridos comerciales tienen una excursión más chica que los híbridos experimentales. El híbrido 109 -2A X 21 -1 de 25 cm. De longitud quien fue la que tiene la excursión más grande de los 27 materiales evaluados. El 110 -3A X 120 alcanzo una excursión de 21 cm. Y el 144 AXTX 2894 alcanzó 14.67 cm. Su coeficiente de variación fue de 24.68 por ciento. El cuadro de concentración de datos y el análisis de varianza para esta variable en estudio se encuentra del cuadro del apéndice A5 YA11.

Tamaño de la panoja.

En esta variable no existe significancia para el número de repeticiones, para tratamientos fué altamente significativo debido a que entre los 27 materiales evaluados existió una gran variación en cuanto a tamaño. El tratamiento número 11(110-2AX12-1) fué el que mostró mayor tamaño de

panoja con una longitud de 26.67 cm. El tratamiento de menor tamaño de panoja fué el número 1(13 -3A X IA58) con una media mínima de 20.67 cm. De longitud, el promedio general fue de 23.53 cm. de tamaño, su coeficiente de variación fue de 7.96 por ciento siendo un valor muy aceptable dentro de un análisis de varianza. Respecto a los materiales que presentaron mayor rendimiento: Dekalb D -65 (T) su tamaño fu de 23.33 cm. Y Kilate (T) con 23.33 cm. Estos dos híbridos comerciales tuvieron el mismo tamaño de panoja, mientras que el híbrido experimental 109 -2AX21-1 alcanzo 23 cm. De longitud de panoja. Así el 110 -3A X 120 con 25.33 cm. Y 144 AXTX2894 con 24 cm. De longitud. Estos dos últimos superaron estadísticamente a los testigos (cuadro A12).

Correlaciones y regresiones.

Cuadro 4.4. Correlaciones por rangos entre pares de variables, cuando se consideran todos contra todos.

Variable	Excursión	A. de planta	D. A floración	T. De panoja	P. de campo	P. de grano
Excursión	0	-0.01 NS	0.011NS	0.24NS	-0.44NS	-0.44NS
A. de planta		0	0NS	0.17NS	0.23NS	0.16NS
D. A floración			0	0.25NS	0.26 NS	0.24NS
T. De panoja				0	0.06NS	0.04NS
P. de campo					0	0.99**
P. de grano						0

Los coeficientes de correlación (cuadro 4.4) muestran que la media de la variable peso campo vs. Peso de grano se encontró una correlación positiva y altamente significativa, la correlación de estas dos variables fue de 0.99 siendo la más alta que de acuerdo a la prueba de la T de "Student" y del resto de las variables demostraron no tener una correlación significativa. Para saber si los valores correlacionados dentro del cuadro 4.4 son o no Significativos se realizó una prueba de T "Student" mostrando si el valor encontrado es significativo (*) o altamente significativo (**), no significativo (NS), aunque se presentan correlaciones negativas y positivas ésta no muestra significancia alguna. La correlación encontrada entre Peso de grano y Peso de campo muestra que hay

una asociación muy fuerte entre estas dos variables evaluadas. Esto permite obtener una ecuación lineal para estimar un valor de una variable dependiente, debido a que en teoría se dice que cuando la distribución de los datos se distribuyen en una línea recta es por que existe un asociación de datos que influyen directamente y se correlacionan altamente.

La fórmula de regresión que se manejo es $y = a+bx$,

Cuadro 4.5. Formula de regresión $y = a + bxi$

Rendimiento	Intercepción	Pendiente	Peso de campo.		Rend. Ton./Ha
$y_i =$	(a) +	(b)	(X_i) =	(bX_i)	$Y = a + bX_i$
Y27	-0.04	0.865	14.650	12.672	12.632
Y23	-0.04	0.865	14.100	12.197	12.157
y13	-0.04	0.865	13.260	11.470	11.430
y8	-0.04	0.865	12.290	10.631	10.591
y25	-0.04	0.865	12.290	10.631	10.591
y19	-0.04	0.865	12.220	10.570	10.530
y4	-0.04	0.865	11.810	10.216	10.176
y20	-0.04	0.865	11.250	9.731	9.691
y12	-0.04	0.865	11.110	9.610	9.570
y21	-0.04	0.865	11.080	9.584	9.544
y10	-0.04	0.865	11.040	9.550	9.510
y3	-0.04	0.865	10.900	9.429	9.389
y18	-0.04	0.865	10.830	9.368	9.328
y7	-0.04	0.865	10.690	9.247	9.207
y22	-0.04	0.865	10.560	9.134	9.094
y6	-0.04	0.865	10.210	8.832	8.792
y11	-0.04	0.865	9.380	8.114	8.074
y17	-0.04	0.865	9.330	8.070	8.030
y24	-0.04	0.865	9.100	7.872	7.832
y5	-0.04	0.865	9.030	7.811	7.771
y26	-0.04	0.865	8.680	7.508	7.468
y16	-0.04	0.865	8.400	7.266	7.226
y15	-0.04	0.865	7.710	6.669	6.629
y14	-0.04	0.865	7.570	6.548	6.508
y1	-0.04	0.865	7.500	6.488	6.448
y9	-0.04	0.865	6.740	5.830	5.790
y2	-0.04	0.865	5.140	4.446	4.406

Dentro en un plano cartesiano el eje de la y es igual al peso de grano y el eje de las x es peso de campo, sustituyendo los valores en la fórmula nos proporcionara cada uno de sus valores respectivos en rendimiento para la variable peso de campo vs. Peso de grano. Donde A es el punto de intercepción, B Es la pendiente que se manifiesta a través de la distribución de los datos y x_i es el peso de campo.

$$Y_i = - 0.04 + 0.865 x_i.$$

Por lo tanto se deduce (cuadro 4.5) que la variable peso de campo y peso de grano se encuentran altamente correlacionados ($r = 0.99^{**}$). Con estos datos se estiman una regresión que puede atribuirle los valores para las variables x , y . Tal como se muestra en el cuadro 4.5. En el cual se muestran los rendimientos de y_{27} (Dekalb D -65 T). y_{23} (kilate t) y de todos los materiales genéticos que se evaluaron.

Cuadro 4.6. Comparación de rendimientos del método tradicional y la formula de ajuste en estudio.

N° de entradas	Genealogía	Método tradicional Rend. Ton/ha.	Fórmula de ajuste. Rend. Ton/ha.	Diferencia Kg. /ha.	%
27	Dekalb D -65 (T)	12.917	12.632	-285	2.2
23	Kilate (T)	12.361	12.157	-204	1.6
8	109 -2A X 21 -1	10.833	11.430	+597	*5.2
13	110 -3A X 120	10.347	10.591	+244	*2.3
19	144 A X T X 2894	10.347	10.591	+244	*2.3
4	108 -2A X12	10.208	10.530	+322	*3
25	Marfil (T)	10.139	10.176	+37	*0.3
21	101 – IA X 12	9.722	9.691	-31	0.3
10	109 -3A X IA28	9.653	9.570	-83	0.8
12	110 -2A X IA58	9.653	9.544	-109	1.1
20	144 A X 30	9.653	9.510	-143	1.4
18	144 A X T X 2904	9.514	9.389	-125	1.3
22	101 – IA X T X2896	9.375	9.328	-47	0.5
3	108–2AXT X2904	9.306	9.207	-99	1
7	108 – 3A X12	9.167	9.094	-73	0.7
6	108 –3A X 30	9.028	8.792	-236	2.6
24	Ámbar (T)	8.167	8.074	-93	1.1
11	110 -2A X 12-1	7.986	8.030	+44	*0.5
17	104 A X 30	7.847	7.832	-15	0.1
26	Dekalb D – 69 (T)	7.708	7.771	+63	*0.8
5	108 -3A X 117 -2	7.431	7.468	+37	*0.4
16	13 -2A X 8-2	7.361	7.226	-135	1.8
15	13 – IA X IA48	6.736	6.629	-107	1.5
1	13 -3A X IA58	6.530	6.508	-22	0.3
14	13 –IA X 12 -1	6.389	6.448	+59	*0.9
9	109 -2A X 17-4	5.417	5.790	+373	*6.4
2	13 – 3A X 30	4.236	4.406	+170	*3.8
Total		238.031	238.414	+383	*0.1
Media General		8.816	8.830	+14	*0.1

De acuerdo a los resultados obtenidos en la comparación de rendimiento del método tradicional y la fórmula en estudio se observa que las diferencias en cuanto a rendimiento varían de 0.1 por ciento a 6.4 por ciento, en el cual las máximas variaciones de rendimiento que se presentan en cuadro 4.6 no son significativas por que se rebasa el rendimiento calculado por el método tradicional, tal es el caso del tratamiento 9(109 -2A X 17-4) quien resultado con diferencia de rendimiento mayor con 373 kilogramos en 5.417 ton/ha siendo el 6.4 por ciento , la segunda fué el tratamiento 8(109 -2A X 21 -1) su media de rendimiento es la tercera mas alta, en la cual su diferencia de rendimiento calculado por la fórmula de ajuste fue de 597 Kg. Siendo confiable para este tratamiento por que rebaso el rendimiento del método tradicional, y así sucesivamente para los tratamientos que en el cuadro (4.6) que se marcan con (*). La media general de rendimiento de la fórmula en estudio supero a la media general del método tradicional con 14 Kg. representando el 0.1 por ciento de la media general. Las diferencias que se presentan en el cuadro 4.6 podrían ajustarse de acuerdo a los datos que se obtuvieron, que posteriormente podrían ser utilizados como coeficiente de ajuste de rendimientos, ya sea para calcular el mismo método u otro que tenga relación directa y significativa, siempre y cuando se utilicen los mismos genotipos y las condiciones que se estudiaron. Por el método tradicional no se pudo detectar esas diferencias, pero en el método de ajustes de rendimiento si se detecto diferencias. También Se señala que estos ajustes de rendimiento también dependen en gran forma que tanto

estén correlacionados. En cuanto a las comparaciones de rendimientos y diferencias dadas dependen en su totalidad de su grado de correlación, cabe señalar si correlación es ($r = 1$) quiere decir que los datos serán mucho mas confiables.

V.- CONCLUSIONES

Efectivamente el modelo de correlación y regresión fue funcional para determinar el rendimiento, dado a que valores de regresión de la variable peso de campo y peso de grano si están altamente correlacionados, con una ($r = 0.99$), teniendo una distribución de datos que inciden directamente, siendo esta una ecuación lineal que nos permite calcular el peso real de grano a través de la ecuación $y = a+bx_i$.

Los rendimientos que se calcularon a través de las correlaciones si fueron realmente convincentes, por la comparación que se realizó calculando en base al factor de corrección y la ecuación $y = a +b x_i$, resultaron netamente similares, siendo estos valores representan una confiabilidad que permite determinar el rendimiento neto directamente desde campo, sin tener que hacer actividades posteriores que me puedan absorber mas tiempo.

Se deduce que la ecuación de regresión $y = a+bx_i$ y las correlaciones por el método de spearman (1904) son una herramienta básica que me ayuda a resolver un problema muy importante y de absoluto interés económico. También oriento a que se realicen experimentos con correlaciones para que este método sea puesto en práctica y usualmente, tal como lo usó Zamora (1995) quien experimento parámetros diferentes.

El coeficiente de variación para estas variables peso de campo fue de

18.31 por ciento y para peso de grano de 17.81 por ciento, siendo altamente significativos para el número de tratamiento, puesto que esto quiere decir que existe una gran diferencia muy marcada que se debe a los materiales genealógicos que se usaron en el lugar experimental, principalmente para las variables de peso de grano y peso de campo que simbolizaron una significancia para sus tratamientos**. Siendo estas dos variables las mas importantes en este estudio.

De los materiales evaluados con alto potencial de rendimiento estadísticamente iguales fueron (Dekalb D-65 T), Kilate (T) siendo estos dos híbridos comerciales, y tres híbridos experimentales como (109 -2A X 21 -1), (110-3AX120),(144AXTX2894).

VI.- RECOMENDACIONES

Mostrar un amplio sentido de investigación que a través de los resultados que se persiguen de acuerdo al objetivo del investigador se logren modelos justificables que en un momento dado sea de mucho interés y una herramienta útil para aquella persona física de interés.

Es recomendable utilizar una regresión cuando 2 parámetros están altamente correlacionados entre sí, dado a que si queremos calcular el rendimiento es posible saber con confiabilidad el rendimiento de ambas variables. Es necesario volver a repetir el experimento para poder tener ese grado de confiabilidad sobre el experimento para que a través de un modelo de investigación esta sea muy aceptable por medio de demostración de métodos estadísticos y de datos en campo, que directamente influyen y van ligados al campo.

Llevar a cabo cualquier línea de investigación con mucho cuidado y de absoluto interés sobre el investigador, de tal forma que el experimento no tenga ningún grado de complicación mas adelante. En fin es recomendable aplicar estos modelos estadísticos que para realizar cualquier labor en campo si es necesario y útil, propiciando confianza dado a que la ecuación que nos ayuda a calcular un parámetro directamente del campo en producción por medio de correlación y regresión.

VII.-BIBLIOGRAFIA CITADA

Andrés García Pérez, 1970, elementos de métodos estadístico, UNAM, Quinta edición, México 1970, textos universitarios, Pág., 216 -217.

Baohemo J. L. Coline W.W and A. Jones 1988. Comparisons of methods of determining stability and adaptation of sweet potato. Theor. Appl. Genet. 75:492-497. United States of America.

Baker, R.J. 1969. Genotype-environment interaction variances in cereal yields in Western Canada. Can. J. Plant. Sci. 48:293-298. Canada.

Byth, D.E. Eisenman, R.L. and I.H. DeLacy. 1976. Two-way pattern analysis of a large data set to evaluate genotype adaptation. Heredity. 37:169-201. Edinburg. Great Britain.

- Carballo, C.A., y S.F., Marquez. 1970. Comparación de variedades de maíz del Bajío y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. *Agrociencia*. 1:129-146. México.
- Eagles, H.A., P.N. Hinz and Frey, K.J. 1977. Selection of superior cultivars or oats by using regression coefficients. *Crop. Sci.*17:101-105. United States of America.
- Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.* 6:36-40. United States of America.
- Fatunla, F. and K.J. Frey. 1974. Stability indexes of radiated and nonradiated oat genotypes propagated in bulk populations. *Crop. Sci.* 14:719-724. United States of America.
- Finlay, K.W. and G.N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Australian J. Agr. Res.* 14:742-754. Australia.
- Freeman, G.H. and J.M. Perkins. 1971. Environmental and genotype-environmental components of variability.VIII. Relation between genotypes grown in different environments and measure of these environments. *Heredity*. 27:15-23. Edinburgh. Great Britain.
- Fernando Holguín Q; Laureano Hayashi M. Elementos de muestreo y correlación, 1974, UNAM, Regresión, primera edición, ciudad universitaria, México DF. Pág. 288 – 272.

- Hill. J. 1975. Genotype-environment interactions. A challenge for plant breeding. J. Agr. Sci. Cambridge. 83:477-493. United States of América.
- Ignacio Méndez M. Introducción a la metodología estadística, departamento de fitotecnia, UACH, Méx. 1976. Pág. 15 - 89.
- J. Piernavieja. La representación estadística y sus aplicaciones agrarias, Salvat editores, S.A. Barcelona 1955, primera edición, Pág. 339 – 326.
- John Meter y William Wausermas, fundamentos de estadística, aplicada a los negocios y a la economía, compañía editorial continental, S.A. México, España, argentina, segunda edición, 1961, Pág. 32.
- Jan Orn, j. 1976. Quantitative genetic studies of the N.P.3 R. Rondon matinz grain sorghum population, crop. Sci.6: pág. 489 -496.
- Kang. M.S. and J.D. Miller. 1984. Genotype-environment interactions for cane and sugar yield and their implications in sugarcane breeding. Crop. Sci. 24:435-440. United States of America.
- Kendall. H. H. Y F. Rhinehart, 1955, métodos fitotecnicos ACME AGENCY, Soc. De resp. L.T.A.A. Buenos Aires.
- Knight. R. 1970. The measurement and interpretation of genotype environmentinteraction. Euphytica.19:225-235. Wageningen. United States of America.

- Langer, I., K.J. Frey and T.B. Bailey. 1978. Production response and stability characteristics of oat cultivars developed in different eras. *Crop. Sci.* 18:938-942. United States of America.
- Liang. George H.L.; C.B. Overley and A. J. Casada, 1969, interrelations among agronomic characters in grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. M.) *Crop. Sci.* 9 (3), pag. 299 -302.
- Lozano del R., A.J. 1980. Efectividad de los parámetros de estabilidad en la evaluación y selección de germoplasma de triticale. Tesis M.C. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. México.
- Luis Gerardo Mosquera Castellanos, profesor de estadística aplicada, universidad central de Venezuela, hipótesis estadística con aplicación, segunda edición, 1974, impreso en México, Pág. 164 -161.
- Luthra, O.F. and R. K. Singh. 1974. A comparison of different stability models in wheat. *Theor. Appl. Genet.* 45:143-149. United States of América.
- N.M. Dowie y R.w Heath, métodos estadísticos aplicados, correlación, coeficiente r de pearzón, 1973, por Harly, S.A. de CV. Pág. 100.
- Nguyen, H.T., D.A. Sleper and K.L. Hunt. 1980. Genotype environment interactions and stability analysis for herbage yield of tall fescue synthetics. *Crop. Sci.* 20:221-224. United States of América.
- Octavio A. Rascon C. H. Introducción a la estadística descriptiva, volumen 11, segunda edición, UNAM, Dirección general de publicación, México, 1977, Pág. 109.

Oscar Daniel Olmos Torres, Estimación de las correlaciones genotípicas, fenotípicas y las características de sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L. M.) Tesis de licenciatura UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Pág. 65.

Pacucci, G. and K.J. Frey. 1972. Stability of grain yield in selected mutant oat lines (*Avena sativa* L). Rad. Bot. 12:385-397. United States of America.

Perkirts. J.M. and J.L.Jinks.1968.Environmental and genotype-environmental components of variability.III.Multiple lines and crosses. Heredity. 23:339-356. Edinburg. Great Britain.

Pinthus, M.J. 1973. Estimate of genotypic value a proposed method. Euphytica. 22:121-123. Wageningen. United States of America.

Plaisted, R.L. 1960. A shorter method for evaluating the ability of selections yield consistently over locations. Am. Potato. J. 37:166-172. New Jersey. United States of America.

Plaisted, R.L. and L.C. Peterson. 1959. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different Locations or seasons. Am. Potato J. 36:381-385. United States of America.

Shukla. G.K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental) components of variability. Heredity. 29:237-245. Edinburg. Great. Britain.

Tai, G.C.C. 1971. Genotypic stability analysis and its implications to potato regional trails. *Crop. Sci.* 11:184-190. United States of America.

Zamora V., V.M 1995. Comparación de diferentes estadísticos de estabilidad de rendimiento en triticale (*X. Triticosecale Wittmack*). Tesis M.C. UAAAN, Saltillo Coahuila, México.

Verma, M.M., G.S. Chahal and Murty B.R. 1978. Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. *Theor. Appl. Genet.* 53:89-91. United States of America.

Witcombe. J.R. and W.J. Whittington. 1971. A study of the genotype by environmental Interaction shown by germinating seeds of *Brassica napus*. *Heredity.* 26:397-411. Edinburgh Great Britain.

Wricke. G. 1962. Uber eine methode zur erfassung derologischen streubreitein feldversuchen. *Z. Pflzucht.* 47:92-96. Germany.

Yates. F. and W.G. Cochran. 1938. The analysis of groups or experiments. *J. Agr. Sci.* 28:556-580. United States of America.

<http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/sorgo2.asp>

<http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/sorgo2.asp>

http://www.hrc.es/bioest/ch_medias.html

http://www.hrc.es/bioest/ch_medias.html

http://integralscience.com/spanish/bloques_al_azar.htm

http://147.96.33.165/Cursos/Bioestadistica/Correlacion_Regresion.

http://147.96.33.165/Cursos/Bioestadistica/Correlacion_Regresion_

<http://jagua.cfg.sld.cu/computacion/Corr.htm>

http://147.96.33.165/Cursos/Bioestadistica/Correlacion_Regresion.

Apéndice

A1. Cuadro de análisis de varianza de la variable peso de campo (Kg.)

Fv.	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft	
					0.05	0.01
Rep	2	0.07	0.033 NS	0.16	3.18	5.06
Trat.	26	22.59	0.869 **	4.30	1.83	2.18
EE	52	10.51	0.202			

CV = 18.31 %

NS: No significativa

*: Significativa $P > (0.05)$

** : Altamente significativa $P > (0.01)$

No significativa para el número de repeticiones y altamente significativa para el número de tratamientos.

A2. Cuadro de análisis de varianza de la variable peso de grano.

Fv.	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft	
					0.05	0.01
Rep	2	0.10	0.052 NS	0.36	3.18	5.06
Trat.	26	17.49	0.673 **	4.74	1.83	2.18
EE	52	7.38	0.142			

CV = 17.81%

NS: No significativa

*: Significativa $P > (0.05)$

** : Altamente significativa $P > (0.01)$

No significativo para el número de repeticiones y altamente significativo para el número de tratamientos.

A3. Cuadro de análisis de varianza de la variable días a floración.

Fv.	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft	
Rep.	2	41.41	20.704 NS	3.14	0.05	0.01
Trat.	26	906.00	34.846 **	5.29	3.18	5.06
EE	52	342.59	6.588		1.83	2.18

CV = 2.86 %

NS: No significativa

*: Significativa $P > (0.05)$

**: Altamente significativa $P > (0.01)$

No significativa para el número de repeticiones y altamente significativo para el número de tratamiento.

A4. Cuadro de análisis de varianza de la variable altura de planta (m.)

Fv.	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft	
Rep	2	0.09	0.047**	8.57	0.05	0.01
Trat.	26	2.08	0.080**	14.74	3.18	5.06
EE	52	0.28	0.005		1.83	2.18

CV = 4.88 %

NS: No significativa

*: Significativa $P > (0.05)$

**: Altamente significativa $P > (0.01)$

Altamente significativo para el número de tratamientos y para el número de repeticiones.

A5. Cuadro de análisis de varianza de la variable excersión (cm.)

Fv.	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft	
					0.05	0.01
Rep	2	38.54	19.272 NS	1.05	3.18	5.06
Trat.	26	736.69	28.334 NS	1.54	1.83	2.18
EE	52	958.12	18.425			
CV = 24.68 %						

NS: No significativa

*: Significativa $P > (0.05)$

** : Altamente significativa $P > (0.01)$

No significativo para el número de tratamientos y para el número de repeticiones.

A6. Cuadro de análisis de varianza de la variable tamaño de panoja (cm.)

Fv.	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft	
					0.05	0.01
Rep	2	8.62	4.309 NS	1.24	3.18	5.06
Trat.	26	254.54	9.790**	2.82	1.83	2.18
EE	52	180.72	3.475			
CV = 7.96 %						

NS: No significativa

*: Significativa $P > (0.05)$

** : Altamente significativa $P > (0.01)$

No significativa para el número de repeticiones y altamente significativa para el número de tratamientos.

A7. Pruebas de rango múltiple de diferencia mínima significativa, en orden de mayor a menor. Variable: **Peso de grano.**

$$DMS = t_{\infty} / 2 \sqrt{2 \text{ CMEE}/r.}$$

$$DMS = 2.008 \sqrt{2(0.142)/3}$$

$$DMS = 0.62$$

Nº de Entradas	Genealogía	Promedio	DMS
27	Dekalb D -65 (T)	3.10	A
23	Kilate (T)	2.97	AB
8	109 -2A X 21 -1	2.60	ABC
13	110 -3A X 120	2.48	ABCD
19	144 A X T X 2894	2.48	ABCD
4	108 -2A X12*	2.45	BCDE
25	Marfil (T)	2.43	CDE
21	101 – IA X 12 *	2.33	CDEF
10	109 -3A X IA28	2.32	CDEF
12	110 -2A X IA58	2.32	CDEF
20	144 A X 30 *	2.32	CDEF
18	144 A X T X 2904	2.28	CDEFG
22	101 – IA X T X2896	2.25	CDEFG
3	108–2AXT X2904	2.23	CDEFG
7	108 – 3A X12*	2.20	CDEFG
6	108 –3A X 30*	2.17	CDEFGH
24	Ámbar (T)	1.96	DEFGHI
11	110 -2A X 12-1	1.92	DEFGHIJ
17	104 A X 30 *	1.88	DEFGHIJ
26	Dekalb D – 69 (T)	1.85	EFGHIJ
5	108 -3A X I17 -2	1.78	FGHIJ
16	13 -2A X 8-2	1.77	FGHIJ
15	13 – IA X IA48	1.62	GHIJK
1	13 -3A X IA58	1.57	HIJK
14	13 –IA X 12 -1	1.53	IJK
9	109 -2A X 17-4	1.30	JK
2	13 – 3A X 30 *	1.02	K

A8. Pruebas de rango múltiple de diferencia mínima significativa, en orden de mayor a menor. Variable: **Peso de campo.**

$$DMS = t_{\infty} / 2 \sqrt{2 \text{ CMEE}/r.}$$

$$DMS = 2.008 \sqrt{2(0.202)/3}$$

$$DMS = 0.74$$

Nº de Entradas	Genealogía	Promedio	DMS
27	Dekalb D -65 (T)	3.52	A
23	Kilate (T)	3.38	AB
13	110 -3A X 120	3.18	ABC
8	109 -2A X 21 -1	2.95	ABCD
25	Marfil (T)	2.95	ABCD
19	144 A X T X 2894	2.93	ABCD
4	108 -2A X12*	2.83	ABCDE
20	144 A X 30 *	2.70	BCDEF
12	110 -2A X IA58	2.67	BCDEF
21	101 – IA X 12 *	2.66	BCDEF
10	109 -3A X IA28	2.65	BCDEF
3	108–2AXT X2904	2.62	CDEF
18	144 A X T X 2904	2.60	CDEF
7	108 – 3A X12*	2.57	CDEFG
22	101 – IA X T X2896	2.53	CDEFGH
6	108 –3A X 30*	2.45	CDEFGH
11	110 -2A X 12-1	2.25	DEFGHI
17	104 A X 30 *	2.22	DEFGHI
24	Ámbar (T)	2.18	EFGHI
5	108 -3A X I17 -2	2.17	EFGHI
26	Dekalb D – 69 (T)	2.08	FGHI
16	13 -2A X 8-2	2.02	FGHI
15	13 – IA X IA48	1.85	GHIJ
14	13 –IA X 12 -1	1.82	HIJ
1	13 -3A X IA58	1.80	HIJ
9	109 -2A X 17-4	1.62	IJ

2	13 – 3A X 30 *	1.23	J
---	----------------	------	---

A9. Pruebas de rango múltiple de diferencia mínima significativa, de mayor a menor. Variable: **Días A floración.**

$$DMS = t_{\infty} / 2 \sqrt{2 \text{ CMEE}/r.}$$

$$DMS = 2.008 \sqrt{2(6.588)/3}$$

$$DMS = 4.21$$

Nº de Entradas	Genealogía	Prom.	DMS
19	144 A X T X 2894	95.67	A
17	104 A X 30 *	95.00	AB
20	144 A X 30 *	94.00	ABC
13	110 -3A X 120	93.67	ABC
18	144 A X T X 2904	92.67	ABC
4	108 -2A X12*	92.33	ABCD
11	110 -2A X 12-1	92.33	ABCD
22	101 – IA X T X2896	92.00	ABCDE
21	101 – IA X 12 *	91.33	BCDEF
1	13 -3A X IA58	90.67	CDEFG
2	13 – 3A X 30 *	90.33	CDEFG
7	108 – 3A X12*	90.33	CDEFG
12	110 -2A X IA58	90.33	CDEFG
23	Kilate (T)	90.00	CDEFG
26	Dekalb D – 69 (T)	90.00	CDEFG
6	108 –3A X 30*	89.33	DEFG
8	109 -2A X 21 -1	89.33	DEFG
25	Marfil (T)	89.00	DEFG
5	108 -3A X I17 -2	88.00	EFGH
15	13 – IA X IA48	87.67	FGH
24	Ámbar (T)	87.67	FGH
27	Dekalb D -65 (T)	87.67	FGH
16	13 -2A X 8-2	86.67	GH
14	13 –IA X 12 -1	84.67	HI
3	108–2AXT X2904	84.33	HI
9	109 -2A X 17-4	84.00	HI
10	109 -3A X IA28	82.00	I

A10. Pruebas de rango múltiple de diferencia mínima significativa, en orden ascendente. Variable: **Altura de la planta.**

$$DMS = t_{\infty} / 2 \sqrt{2 \text{ CMEE}/r.}$$

$$DMS = 2.008 \sqrt{2(0.005)/3}$$

$$DMS = 0.12$$

Nº de Entradas	Genealogía	Prom.	DMS
5	108 -3A X I17 -2	2.07	*
13	110 -3A X 120	1.75	A
8	109 -2A X 21 -1	1.73	A
11	110 -2A X 12-1	1.67	ABC
9	109 -2A X 17-4	1.60	BC
10	109 -3A X IA28	1.60	BC
12	110 -2A X IA58	1.59	BC
22	101 – IA X T X2896	1.59	BC
21	101 – IA X 12 *	1.56	BCD
25	Marfil (T)	1.54	CDE
17	104 A X 30 *	1.52	CDE
19	144 A X T X 2894	1.52	CDE
24	Ámbar (T)	1.48	CDEF
26	Dekalb D – 69 (T)	1.48	CDEF
7	108 – 3A X12*	1.46	DEF
27	Dekalb D -65 (T)	1.45	EF
4	108 -2A X12*	1.44	EF
23	Kilate (T)	1.44	EF
3	108–2AXT X2904	1.42	EF
6	108 –3A X 30*	1.39	FG
15	13 – IA X IA48	1.39	FG
16	13 -2A X 8-2	1.39	FG
14	13 –IA X 12 -1	1.38	FG
18	144 A X T X 2904	1.38	FG
20	144 A X 30 *	1.36	FG
1	13 -3A X IA58	1.31	G
2	13 – 3A X 30 *	1.28	G

A11. Pruebas de rango múltiple de diferencia mínima significativa, en orden ascendente. Variable: **Excursión**.

$$DMS = t_{\infty} / 2 \sqrt{2 \text{ CMEE}/r.}$$

$$DMS = 2.008 \sqrt{2 (18.425)/3}$$

$$DMS = 7.04$$

Nº de Entradas	Genealogía	Prom.	DMS
8	109 -3A X IA28	25.00	A
2	13 – 3A X 30 *	22.00	AB
9	109 -2A X 17-4	21.67	ABC
13	110 -3A X 120	21.00	ABCD
14	13 –IA X 12 -1	20.67	ABCDE
21	101 – IA X 12 *	19.33	ABCDE
11	110 -2A X 12-1	18.67	ABCDEF
16	13-2A X8-2	18.67	ABCDEF
24	Ámbar (T)	18.67	ABCDEF
1	13 – 3A X IA58	18.33	ABCDEF
26	Dekalb D – 69 (T)	18.33	ABCDEF
15	13-IAXIA48	18.00	ABCDEF
17	104 A X 30 *	18.00	ABCDEF
6	108 –3A X 30*	17.67	BCDEF
12	110 -2A X IA58	17.33	BCDEF
22	101 – IA X T X2896	17.33	BCDEF
10	109-3AXIA28	17.00	BCDEF
18	144AXTX2904	16.00	BCDEF
4	108 -2A X12*	15.00	BCDEF
7	1083AX12*	15.00	BCDEF
3	108-2AXTX2904	14.67	CDEF
19	144AXTX2894	14.67	CDEF
20	144 A X 30 *	14.00	DEF
27	Dekalb D- 65 (T)	14.00	DEF
23	Kilate (T)	13.67	EF
25	Marfil (T)	12.67	EF
5	108-3AXI17-2	12.33	F

A12. Pruebas de rango múltiple de diferencia mínima significativa, en orden de mayor a menor. Variable: **Tamaño de la panoja.**

$$DMS = t_{\infty} / 2 \sqrt{2 \text{ CMEE}/r.}$$

$$DMS = 2.008 \sqrt{2 (3.475)/3}$$

$$DMS = 3.06$$

Nº de Entradas	Genealogía	Prom.	DMS
11	110 -2A X 12-1	26.67	A
9	109 -2A X 17-4	26.33	AB
18	144 A X T X 2904	26.00	ABC
22	101 – IA X T X2896	26.00	ABC
17	104 A X 30 *	25.67	ABC
12	110 -2A X IA58	25.33	ABC
13	110 -3A X 120	25.33	ABC
14	13 –IA X 12 -1	24.00	ABCD
16	13 -2A X 8-2	24.00	ABCD
19	144 A X T X 2894	24.00	ABCD
26	Dekalb D – 69 (T)	24.00	ABCD
20	144 A X 30 *	23.67	ABCD
10	109 -3A X IA28	23.33	BCD
23	Kilate (T)	23.33	BCD
27	Dekalb D -65 (T)	23.33	BCD
7	108 – 3A X12*	23.00	CD
8	109 -2A X 21 -1	23.00	CD
24	Ámbar (T)	23.00	CD
4	108 -2A X12*	22.00	D
15	13 – IA X IA48	22.00	D
6	108 –3A X 30*	21.67	D
21	101 – IA X 12 *	21.67	D
2	13 – 3A X 30 *	21.33	D
25	Marfil (T)	21.33	D
3	108–2AXT X2904	21.00	D
5	108 -3A X I17 -2	21.00	D
1	13 -3A X IA58	20.67	D

A13. Cuadro para calcular los rendimientos en base al factor de conversión.

FC. Rendimientos para la variable **Peso de grano**. Donde FC
 $=10.000/(3)(0.8) = 4166.67$

Nº de Entrada	Genealogía	I	II	III	Suma	Prom.	FC	Rend. Ton/ha
27	Dekalb D -65 (T)	3,55	2,55	3,20	9,3	3,10	4166,67	12.917
23	Kilate (T)	2,85	3,00	3,05	8,9	2,97	4166,67	12.361
8	109 -2A X 21 -1	2,30	2,45	3,05	7,8	2,60	4166,67	10.833
13	110 -3A X 120	2,25	2,70	2,50	7,45	2,48	4166,67	10.347
19	144 A X T X 2894	2,40	2,35	2,70	7,45	2,48	4166,67	10.347
4	108 -2A X12*	2,30	2,60	2,45	7,35	2,45	4166,67	10.208
25	Marfil (T)	2,80	2,25	2,25	7,3	2,43	4166,67	10.139
21	101 – IA X 12 *	2,00	2,95	2,05	7	2,33	4166,67	9.722
20	109 -3A X IA28	2,35	2,55	2,05	6,95	2,32	4166,67	9.653
10	110 -2A X IA58	2,05	2,25	2,65	6,95	2,32	4166,67	9.653
12	144 A X 30 *	1,65	2,45	2,85	6,95	2,32	4166,67	9.653
18	144 A X T X 2904	2,35	2,00	2,50	6,85	2,28	4166,67	9.514
22	101 – IA X T X2896	2,15	2,05	2,55	6,75	2,25	4166,67	9.375
3	108–2AXT X2904	2,60	2,15	1,95	6,7	2,23	4166,67	9.306
7	108 – 3A X12*	1,75	2,6	2,25	6,6	2,20	4166,67	9.167
6	108 –3A X 30*	1,30	2,75	2,45	6,5	2,17	4166,67	9.028
24	Ámbar (T)	2,23	1,8	1,85	5,88	1,96	4166,67	8.167
11	110 -2A X 12-1	1,80	1,75	2,20	5,75	1,92	4166,67	7.986
17	104 A X 30 *	2,00	2,15	1,50	5,65	1,88	4166,67	7.847
26	Dekalb D – 69 (T)	2,25	2,00	1,30	5,55	1,85	4166,67	7.708
5	108 -3A X I17 -2	1,85	2	1,50	5,35	1,78	4166,67	7.431
16	13 -2A X 8-2	1,50	1,75	2,05	5,3	1,77	4166,67	7.361
15	13 – IA X IA48	1,70	1,3	1,85	4,85	1,62	4166,67	6.736
1	13 -3A X IA58	1,85	1,05	1,80	4,7	1,57	4166,67	6.530
14	13 –IA X 12 -1	1,35	1,65	1,60	4,6	1,53	4166,67	6.389
9	109 -2A X 17-4	1,00	1,60	1,30	3,9	1,30	4166,67	5.417
2	13 – 3A X 30 *	1,60	0,85	0,60	3,05	1,02	4166,67	4.236

A14. Cuadro para calcular los rendimientos en base al factor de conversión.

FC. Rendimientos para calcular la variable **Peso de campo**. Donde FC

$$= 10,000/(3)(0.8) = 41\ 66.67.$$

Nº de Entradas	Genealogía	I	II	III	Suma	Prom.	FC	Rend. Ton/ha
27	Dekalb D -65 (T)	3,95	2,95	3,65	10,55	3,52	4166,67	14.65
23	Kilate (T)	3,25	3,4	3,5	10,15	3,38	4166,67	14.10
13	110 -3A X 120	3,6	3,1	2,85	9,55	3,18	4166,67	13.26
8	109 -2A X 21 -1	2,7	2,7	3,45	8,85	2,95	4166,67	12.29
25	Marfil (T)	3,3	2,75	2,8	8,85	2,95	4166,67	12.29
19	144 A X T X 2894	2,8	2,9	3,1	8,8	2,93	4166,67	12.22
4	108 -2A X12*	2,6	3,1	2,8	8,5	2,83	4166,67	11.81
20	144 A X 30 *	2,75	2,95	2,4	8,1	2,70	4166,67	11.25
12	110 -2A X IA58	1,95	2,8	3,25	8	2,67	4166,67	11.11
21	101 – IA X 12 *	2,2	3,35	2,43	7,98	2,66	4166,67	11.08
10	109 -3A X IA28	2,3	2,65	3	7,95	2,65	4166,67	11.04
3	108-2AXT X2904	3	2,6	2,25	7,85	2,62	4166,67	10.90
18	144 A X T X 2904	2,65	2,35	2,8	7,8	2,60	4166,67	10.83
7	108 – 3A X12*	2,1	3	2,6	7,7	2,57	4166,67	10.69
22	101 – IA X T X2896	2,4	2,35	2,85	7,6	2,53	4166,67	10.56
6	108 –3A X 30*	1,5	3,1	2,75	7,35	2,45	4166,67	10.21
11	110 -2A X 12-1	2,05	2,05	2,65	6,75	2,25	4166,67	9,.8
17	104 A X 30 *	2,35	2,5	1,87	6,72	2,24	4166,67	9.33
24	Ámbar (T)	3	1,25	2,3	6,55	2,18	4166,67	9.10
5	108 -3A X I17 -2	2,25	2,35	1,9	6,5	2,17	4166,67	9.03
26	Dekalb D – 69 (T)	2,6	2,2	1,45	6,25	2,08	4166,67	8.68
16	13 -2A X 8-2	1,7	2	2,35	6,05	2,02	4166,67	8.40
15	13 – IA X IA48	1,9	1,55	2,1	5,55	1,85	4166,67	7.71
14	13 –IA X 12 -1	1,6	2	1,85	5,45	1,82	4166,67	7.57
1	13 -3A X IA58	2,1	1,25	2,05	5,4	1,80	4166,67	7.50
9	109 -2A X 17-4	1,25	1,85	1,75	4,85	1,62	4166,67	6.74
2	13 – 3A X 30 *	1,95	1,05	0,7	3,7	1,23	4166,67	5.14