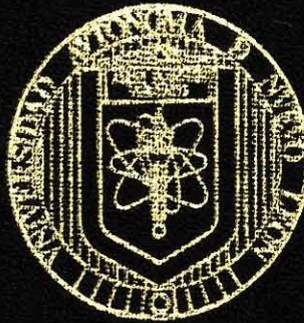


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



PRUEBA DE ADAPTACION DE NUEVOS
GENOTIPOS DE AVENA (Avena sativa L.),
RESISTENTES A LAS ROYAS DE LA HOJA
(Puccinia coronata Cda.) Y EL TALLO
(Puccinia graminis f sp. *Avenae* Pers.), EN LA REGION
NORTE DEL ESTADO DE NUEVO LEON.

TESIS:

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

PRESENTA:

ARIEL CLEMENTE GARCIA

MARIN, NUEVO LEON

NOVIEMBRE DE 2004

TL
SB191
.02
C54
2004
c.1



1080171457

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



PRUEBA DE ADAPTACION DE NUEVOS
GENOTIPOS DE AVENA (Avena sativa L.),
RESISTENTES A LAS ROYAS DE LA HOJA
(Puccinia coronata Cda.) Y EL TALLO
(Puccinia graminis f sp. Avenae Pers.), EN LA REGION
NORTE DEL ESTADO DE NUEVO LEON.

TESIS:

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

PRESENTA:

ARIEL CLEMENTE GARCIA

MARIN, NUEVO LEON

NOVIEMBRE DE 2004



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESTA TESIS FUE REVISADA Y APROBADA POR EL
COMITÉ PARTICULAR COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

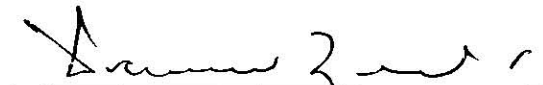
TÍTULO DE TESIS

**PRUEBA DE ADAPTACIÓN DE NUEVOS GENOTIPOS DE
AVENA (Avena sativa L.), RESISTENTES A LAS ROYAS DE
LA HOJA (Puccinia coronata Cda.) Y EL TALLO (Puccinia
graminis f sp. Avenae Pers.), EN LA REGIÓN NORTE DEL
ESTADO DE NUEVO LEÓN.**

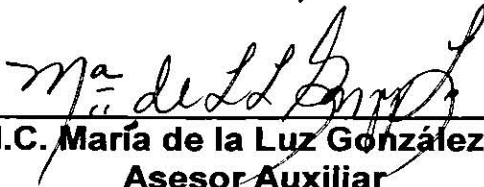
COMITÉ REVISOR



c. DR. José Elías Treviño Ramírez
Asesor Principal



Ph. D. Francisco Zavala García
Asesor Auxiliar



M.C. María de la Luz González López
Asesor Auxiliar



Ph. D. Gilberto E. Salinas García
Asesor Auxiliar

DEDICATORIAS

Gracias a Dios y a la virgen de Guadalupe:

Por haberme permitido tener vida, salud y esperanza, para poder continuar sin decaer aun en los momentos más difíciles que se presenten en el trayecto de la vida y el contar y estar siempre a mi lado con amor, gracias.

Especialmente a mis padres:

Sra. Maria Concepción García Velázquez de Clemente.
Sr. Ariel Clemente Escobar.

Por haberme tolerado tanto tiempo. Porque siempre me brindaron su apoyo, confianza y amor, en cada etapa de mi vida. Mi cariño y agradecimiento a quienes debo lo que soy. Gracias a ellos, con su infinita paciencia y comprensión, pude culminar mi carrera profesional, aunque es difícil escribir y describir aquí todo lo que quisiera decirles hay tres frases con las que trataré de abarcar todo: los amo; mil gracias; que Dios los bendiga.

A mis hermanos:

Rogelio (Gello) y Lupita (güera).

Por su cariño y el interés que siempre me han tenido y han demostrado hacia a mí. Por el enorme apoyo incondicional que me han dado, ojala que perdure el cariño para siempre y la unión entre nosotros.

A mi cuñada:

Sonia Huerta García de Clemente, porque es más que eso es una hermana por el aprecio tan grande que siempre me ha demostrado.

A mis sobrinas:

Itzel, Leslie, Dulce, Dayana y Greysi, por compartir momentos inolvidables.

A mis padrinos:

Erasto García Velásquez y Maria del socorro de García.
Gracias por tenerme en cuenta. Le digo que los aprecio mucho y espero no defraudarlos.

A mis abuelitas:

Maria Escobar Moguel y Catalina Velázquez Luna.
Gracias por sus consejos que siempre me han brindado, las quiero mucho.

A la memoria de mis abuelos:

Luis Clemente Medina (†)
Erasto García Hernández (†). Quienes siempre estarán con nosotros.

A mis primos:

Lic. Mariela, Juan, Hiram, Gerardo's, Ulber, Janet, Neto, Luchon, Dorita, Mayte, Chepita, Edi de Jesús, Sandra, Gaby, Claudia, Giovany, Maritza, Luis, Lalo, Rafa, Chelo, Kenny, Danielito, Jhonny, Iván, e Isaías gracias por su muestra de apoyo.

A mis tíos:

Doris, Ma. Luisa (Licha), Nicasio (Nica), Alejandro (Lalo), Edmidia (Milla), Elena (Nena), Eloísa, Isabel (Chave), Adela, Erasto (Chucky), Alicia (Licha) y Zenaida (Zena).

Muy especialmente al:

Sr. Rafael Bustamante Martínez (†) por convivir y pasar momentos inolvidables por su enorme apoyo y consejos que siempre me brindo gracias. Que Dios lo tenga en su Gloria.

A mi novia Nancy Bustamante Ortega:

¿Qué crees morena, que me he olvidado? pues no es así, ya que siempre te llevaré en mi corazón y en el pensamiento, porque eres la persona que ha llegado a mi vida y me haces muy feliz. Gracias por tu amor, comprensión, cariño y apoyo, tan inmenso que siempre me brindaste recuerda que nunca te olvidare, ya que seras siempre el motivo de mi superación por hoy, mañana y siempre, P.D. T.Q.M.

AGRADECIMIENTOS

A mi U.A.N.L :

Universidad Autónoma de Nuevo León de la cual siento un enorme orgullo el haber egresado de ella.

A mi facultad de Agronomía :

Por haberme dado la oportunidad de ser parte de ti y darme la facilidad y el aprendizaje para poder culminar mi carrera profesional, la cual siempre estaré orgulloso de ser potro salvaje y que siempre te llevaré en el corazón gracias.

A la Fundación PRODUCE N. L, A .C.

Por su apoyo económico financiero, para llevarse acabo la realización de esta investigación.

Al PAICYT (Programa de Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica) Por el apoyo financiero que recibí a través de la beca del proyecto de investigación “Mejoramiento Genético de la Avena (Avena sativa L.) para obtener resistencia al ataque de la roya de la hoja (Puccinia coronata Cda.) y tallo (Puccinia graminis)” dentro de la F.A.U.A.N.L.

A mis Asesores:

c. Dr. José Elías Treviño Ramírez, quien con su apoyo me ayudó y sugerencias me guió en el desarrollo de este trabajo de investigación, también por la confianza que depósito en mí además de su amistad paciencia y disponibilidad que siempre tuvo para la corrección de esta tesis.

Ph. D. Francisco Zavala García. Por su importante intervención, participación asesorías y la revisión del escrito final.

Lic. M.C. Ma. De la Luz González López. Con enorme respeto y agradecimiento, por haberme proporcionado su ayuda y conocimiento en la revisión efectuada al presente escrito y su valiosa ayuda en el análisis estadístico de la presente investigación. Y que además ser mi maestra, la considero como una amiga, gracias por su confianza, amistad y comprensión que siempre me brindó.

Ph. D. Gilberto Eduardo Salinas García. Por su apoyo incondicional y revisión del escrito final de esta investigación.

A los Ingenieros:

Ing. M.C. Mauro Rodríguez Cabrera. Porque siempre me ayudo cuando mas lo necesitaba aparte de ser mi maestro, lo considero más que eso un amigo, gracias.

Lic. M.C. Mauro Saldaña Quiñónez. Gracias por su valiosa amistad ya que no tengo como agradecerle desde el momento de mi llegada a la Facultad siempre me ayudó en todos los aspecto, del cual estoy muy agradecido y orgulloso de él, que Dios lo bendiga.

Ing.M.C. José Luis Guzmán Rodríguez. Gracias porque siempre me proporcionó trabajo en sus proyectos.

Ing. M.C. Cesáreo Guzmán Flores. Gracias porque siempre con sus consejos de motivación y de animo logre salir adelante y pude culminar mi carrera profesional. También le estoy muy agradecido porque en cuestiones económicas y académicas siempre me ayudó cuando más lo necesitaba mil gracias.

Biol. Jesús González Martínez (Marín) Por el apoyo incondicional del cual le estoy sumamente agradecido, gracias.

Ph.D Enrique Rosales Maldonado. Gracias por compartir momentos inolvidables y prestarme un poquito de su valioso tiempo.

Ing. M.C. José de Jesús Ocejo González. Gracias por todo, ya que también fue unos de los participes que me ayudó cuando más lo necesitaba.

Ing. M.C. José Luis Cantú Galván. Gracias porque siempre cuando había oportunidad de trabajo en sus proyecto siempre me tomó en cuenta.

Ph.D. José Antonio Vidales Contreras. Gracias por pasar momentos y prestarme un poquito de su valioso tiempo.

Ph.D. Humberto Martínez. Gracias por regalarme su amistad y confianza.

Ing. M.C. Benjamín Ibarra porque siempre también me tomó en cuenta en sus proyectos de trabajo.

A todos los catedráticos de la facultad y en especial a los maestros quienes me impartieron clases durante la etapa de mi carrera profesional.

A mis amigos:

Hugo A.Trinidad (caballo), Antonio Hernández (curandero), Jesús Zúñiga (Compadre Chuy), Noe Bautista (viejo), Henry Pérez (Coyote), Guillermo Ovalle (Memon), Rubén Trejo (mirabala), Los Alonsos (chaparros), Fernando Cano (Chile de perro), Juan Almaraz (Torreón), Pedro Martínez (Sapon), Lalo Benavides (Genético), Rodolfo Alvarez (victoria), Martín Chongo (chaparro), Hugo C. (la Zorra), Sostenes (Cadereyta) y Adrián.

Demás estudiantes y trabajadores ya que sin su ayuda no se hubiera podido llevarse acabo esta investigación y no se mencionan pero también estuvieron presentes.

"A todos aquellos que luchan por una vida mejor."

CONTENIDO

Capitulo	Página
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	vi
CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xii
ÍNDICE DE CUADROS APÉNDICE.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY.....	xviii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo.....	2
1.1.1. Objetivo general.....	2
1.1.1. Objetivos particulares.....	2
1.2. Hipótesis.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Antecedentes históricos de la avena.....	4
2.2. Origen citogenético.....	5
2.3. Clima y suelo.....	7
2.4. El cultivo de la avena.....	8
2.4.1. Descripción taxonómica y morfológica de la avena.....	10
2.4.2. Contenido de nutrientes en la avena.....	12
2.4.3. Importancia económica de la avena.....	12
2.5. Características generales de los hongos.....	13
2.5.2.1. Enfermedades que causan los hongos superiores.....	15
2.5.2.2. Importancia económica de los hongos superiores.....	16

2.5.2.3. Clasificación.....	17
2.6. Enfermedades con mayor frecuencia en la avena.....	18
2.6.1. Royas.....	20
2.6.1.1. Roya del tallo.....	23
▶ Sintomatología.....	23
▶ Etiología.....	24
2.6.1.2. Roya de la hoja.....	25
▶ Sintomatología.....	25
▶ Características morfológicas.....	26
2.7. Objetivos e importancia del mejoramiento genético de las plantas.....	26
2.7.1. Plantas autóгамas.....	27
▶ Selección en las plantas autóгамas	28
2.8. Los Métodos de mejora genética en las plantas autóгамas.....	28
▶ Método de introducción.....	30
▶ Método de selección (sin cruzamiento previo).....	30
▶ Método de hibridación.....	31
▶ Método genealógico o de pedigree.....	32
▶ Método masivo o poblacional.....	33
▶ Siembra en masa.....	34
▶ Cruza múltiple.....	34
▶ Cruza regresiva.....	35
2.9. Mejoramiento genético para resistencias a enfermedades.....	35

3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
3. 1. Localización del experimento.....	39
3. 2. Condiciones ambientales.....	39
3. 3. Equipo y herramientas usados en el experimento.....	40
3. 4. Genotipos utilizados.....	40
3. 5. Siembra del experimento.....	44
3. 6. Variables estudiadas.....	44
3. 7. croquis del experimento.....	47
4. RESULTADOS.....	48
4. 1. Altura de planta.....	48
4. 2. Tallos / metro lineal.....	48
4. 3. Rendimiento de forraje verde x parcela.....	49
4. 4. Rendimiento de forraje seco x parcela.....	49
4. 5. Longitud de la inflorescencia.....	50
4. 6. Peso de mil semillas.....	50
4. 7. Rendimiento de grano.....	51
4. 8. Días de floración.....	51
4. 9. Reacción a las royas.....	51
5. DISCUSIÓN.....	54
5. 1. Altura de planta.....	54
5. 2. Tallo / metro lineal.....	54
5. 3. Rendimiento de forraje verde x parcela	54
5. 4. Rendimiento de forraje seco x parcela.....	55
5. 5. Longitud de inflorescencia	56

5. 6. Peso de mil semillas	56
5. 7. Rendimiento de grano	56
5. 8. Días de floración	57
5. 9. Reacción a la roya	57
6. CONCLUSIONES.....	58
Conclusiones	58
7. RECOMENDACIONES.....	59
Recomendaciones.....	59
8. BIBLIOGRAFÍA.....	60
9. APÉNDICE.....	63
10. ANEXO DE DIRECCIONES EN PAGINAS WEB.....	76

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Avances de siembra y cosecha del ciclo otoño/ invierno 2000-2001 de avena forrajera y grano.(www.siea.sagarpa.gob.mx/indexavnc.html).....	9
2. Comparación entre año, superficie y rendimiento de avena de grano y avena forrajera (www.siea.sagarpa.gob.mx/indexavnc.html)	9
3. Descripción taxonómica y morfológica de la avena.....	10
4. Principales países productores de Avena año 2001-2002.....	13
5. Genotipos utilizados en el experimento y su descripción.....	43
6. Niveles de resistencia y grado de susceptibilidad registrados, al ataque de las royas en las líneas avanzadas y materiales testigo	53

ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

Cuadro	página
1A. Concentrado de los análisis de varianza de las variables Agronómica estudiadas. Experimento de 10 Líneas avanzadas dos testigos regionales y tres variedades comerciales de avena forrajera para detectar resistencia a la roya del tallo y de la hoja en el municipio de Anahúac N.L. ciclo invierno 2001-2002.....	63
2A. Comparación de medias para la variable altura de planta (cm).....	66
3A. Comparación de medias sin significancia estadística para la variable número de tallos /planta.....	67
4A. Comparación de medias sin significancia estadística para la variable número de hojas/ Planta.....	68
5A. Comparación de medias para la Variable número de tallos / metro lineal..	69

6A. Comparación de medias para la variable rendimiento de forraje verde (t ha ⁻¹)..	70
7A. Comparación de medias para la variable rendimiento de forraje seco (t ha ⁻¹)	71
8A. Comparación de medias para la variable Rendimiento de grano (t ha ⁻¹).....	72
9A. Comparación de medias para la variable longitud de la inflorescencia (cm).....	73
10A. Comparación de medias para la variable peso de mil semillas (g).....	74
11A. Comparación de medias para la variable días de floración (días).....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Método genealógico aplicado a los materiales segregantes (F_3) Introducidos de la colección de la Quaker Oats Nursery EUA, en diciembre de 1994 (Treviño <u>et al.</u> , 1999-2000).....	41
2. Método genealógico aplicado a los materiales segregantes (F_3) Introducidos de la colección de la Universidad de Minnesota EUA, en Enero de 1996 (Treviño <u>et al.</u> , 1999-2000).....	42
3. Se muestra la ubicación de las parcelas y los genotipos en el terreno del propietario Sr. Reynaldo González López, en el Municipio de Anáhuac, N. L.	47

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el terreno del señor Reynaldo González López localizado en el Municipio de Anáhuac Nuevo León, México, en el período comprendido de octubre del 2002 abril del 2003.

Los objetivos principales de este trabajo consistieron en: 1) Identificar el grado de resistencia a las royas de la hoja y del tallo de líneas avanzadas de avena de la FAUANL 2) evaluar el comportamiento de las características agronómicas de los genotipos. Para alcanzar el objetivo, se realizó un experimento (establecido el 30 de octubre) en el cual se incluyeron 15 genotipos de avena.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar con cuatro repeticiones; la parcela experimental consistió en tres surcos de 5 m de largo y 0.40 m entre surcos. La densidad de siembra utilizada fue de 80 Kg ha⁻¹ de semilla equivalente a 3.2 g m⁻¹ lineal sembrados a chorrillo cargado.

Las variables medidas fueron : altura de planta (cm), número de tallo/planta, número de hojas, número de tallo /metro lineal, rendimiento de forraje verde (RFV) (t ha⁻¹), rendimiento de forraje seco (RFS) (t ha⁻¹), Rendimiento de grano (RG) (t ha⁻¹), Longitud de inflorescencia (cm), Peso de mil semillas (g), reacción al ataque de las royas y días de floración.

Las variables agronómicas presentaron diferencias altamente significativas entre genotipos. En la variable RFV, los mayores valores promedio fueron alcanzados por el genotipo L-124 (1)FAUANL(F10) con 53.8 t

ha⁻¹ , seguido por el genotipo L-112(1)FAUANL(10) con 46.16 t ha⁻¹ respectivamente.

Para la variable RFS, los mayores promedios fueron alcanzados por el genotipo L-124 (1)FAUANL(F₁₀) con 10.35 t hã¹ seguido por el genotipo L - 112(1)FAUANL(F₁₀) con 9.06 t ha⁻¹ para la variable Rendimiento de grano, los mayores valores numéricos fueron alcanzados por los genotipos L-164 (2) FAUANL (F₁₂) con 1.51 t ha⁻¹, L-124(1) FAUANL (F₁₀) con 1.48 t ha⁻¹, L-191 (1) FAUANL(F₁₂) con 1.40 t ha⁻¹ y L-135(1) FAUANL (F₁₀) L-225 (2) FAUANL (F₁₂) ambos con 1.16 t ha⁻¹.

En relación a la reacción al ataque de las royas, todas las líneas que se originaron del germoplasma de la Universidad de Minnesota resultaron ser inmunes al ataque de la roya de la hoja y tres inmunes a la roya del tallo. Con esto se comprobó que las líneas pertenecientes a esta fuente de germoplasma, superaron a las líneas derivadas del germoplasma de la Quaker Oats Nursery bajo las condiciones del presente estudio.

SUMMARY

This research was conducted during the winter season (October-April) of 2002-03, in the field of Mr. Reynaldo Gonzalez López, located in Anahuac, Nuevo León, México.

The objectives of this study were: 1) To quantify the resistance of oat inbred lines to crown rust and stem rust ; 2) To evaluate the agronomic performance of each genotype. In order to reach these objectives, 15 genotypes (advanced inbred lines) of oat were included in an experiment established in October 30, 2002.

A complete random block design with four replicates was used to distribute the genotypes in the field. The experimental plot consisted of three 5 meter long rows, spaced 0.40 m, using the equivalent of 80 Kg ha⁻¹ of seed (3.2 g m⁻¹ per each of the 5 m rows).

The traits studied included: plant height (cm); stems per plant, leaves per plant, stems per meter, fresh forage yield (t ha⁻¹), dry forage yield (t ha⁻¹), grain yield (t ha⁻¹), panicle length (cm), 1000 seeds weight (g), and stem and crown rust resistance (using a semi-quantitative scale).

All the agronomic traits studied were statistically significant among genotypes. In fresh forage yield, the highest values corresponded to the L-124 (1)FAUANL(F₁₀) with 53.8 t ha⁻¹, followed by L-112(1)FAUANL(10) con 46.16 t ha⁻¹.

In the case of dry forage yield (t ha⁻¹) the highest mean was obtained with L-124(1)FAUANL(F₁₀) which produced 10.35 t ha⁻¹; followed by L - 112(1)FAUANL(F₁₀) with 9.06 t ha⁻¹. In grain yield, L-164 (2) FAUANL (F₁₂) produced 1.51 t ha⁻¹, L-124(1) FAUANL (F₁₀) 1.48 t ha⁻¹, L-191 (1)

FAUANL(F₁₂) 1.40 t ha⁻¹, and L-135(1) FAUANL (F₁₀) and L-225 (2) FAUANL (F₁₂) both with 1.16 t ha⁻¹.

All the inbred lines obtained from The University of Minnesota germplasm were immune to crown rust, and three genotypes to the stem rust. In general, the genotypes derived from The University of Minnesota germplasm surpassed those derived from The Quaker Oats Nursery.

1. INTRODUCCIÓN

Entre los cereales, la avena (*Avena sativa* L.) es uno de los más importantes del mundo, ocupando el sexto lugar en producción de grano después del trigo, arroz, cebada, sorgo y maíz.

La avena se usa, en la alimentación humana, y principalmente en la animal, para lo cual se utiliza tanto el grano como el forraje hemificado en verde, o en seco.

En el estado de Nuevo León, algunos de los problemas mayores en la producción animal es la escasez de forrajes, sobre todo en la época de invierno, por lo que es una muy buena alternativa el cultivo de la avena, ya que es de suma importancia en las zonas semidesérticas del norte y, además, se puede obtener forraje verde de buena calidad en invierno precisamente cuando la producción de forraje escasea. La ventaja de la avena su tolerancia al frío, baja evapotranspiración, y excelente calidad de forraje verde con las lluvias de invierno.

otros problema con el que se enfrentan los agricultores y ganaderos de N.L. es el bajo rendimiento de las pérdidas de la cosecha, debido al ataque de la roya de la hoja (*Puccinia coronata* Cda.) y la roya del tallo (*Puccinia graminis* f sp. *Avenae* pers) cuyos agentes causales son hongos. En la zona norte del estado de Nuevo León se presentan serios problemas con la presencia de estos patógenos, lo que provoca rendimientos de biomasa reducidos.

Este trabajo de investigación, en el cual se busca sentar las bases para obtener genotipos (variedades) de avena.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general:

Seleccionar líneas avanzadas de avena que sean resistentes a las royas de la hoja y del tallo, y con un alto potencial de rendimiento forrajero.

1.1.2. Objetivos particulares:

Identificar el grado de resistencia a las royas de la hoja y tallo en líneas avanzadas de avena de la FAUANL.

Evaluar el comportamiento de características agronómicas de los genotipos de mayor interés comercial y contrastarlos con los experimentales.

1.2 . Hipótesis

Existe variabilidad fenotípica en el grado de resistencia del germoplasma de avena evaluado al ataque de roya de la hoja y del tallo.

Existen diferencias entre los valores de cada variable agronómica para los genotipos bajo estudio.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes históricos de la avena

No se conoce con certeza el área exacta de donde se originó la avena cultivada, pero parece que tuvo su origen en la región del Asia menor. Desde esta región, la avena se extendió hacia el norte y hacia el oeste hasta Europa y otras regiones favorables para su cultivo.

Muñoz (1990) afirmó que es muy probable que los más antiguos granos de avenas fueron encontrados en Egipto (2000 años a.c.). Esta avena egipcia fue originalmente identificada como (Avena strigosa) pero otros autores piensan que es (Avena fatua) ó (Avena sterilis). Muchas de las especies conocidas hoy en día fueron descritas por Linneo en 1750.

Muñoz (1990) estableció que es originaria de Europa Oriental, asegurándose que su cuna esta en la región Galitzia, al norte de los Cárpatos, pues en la zona mediterránea no se conoció hasta la caída del Imperio Romano. No obstante en cuevas habitadas en la antigüedad, se ha encontrado mezclada con otros cereales, pudiendo proceder de las provincias de Vasconia, en los pirineos, donde aparecen con profusión avenas silvestres. La avena fue introducida a México por los españoles (Díaz, 1953).

Las variedades resistentes al clima invernal son sembradas para proporcionar un pastoreo a finales de invierno y se cuenta con variedades mejoradas especialmente para la producción de forrajes, aunque existen algunos para alimento humano, ya que sus granos son laminados y usados para la alimentación humana, como hojuelas, ya que por carecer de gluten, no se emplean para la elaboración de pan.

2.2. Origen citogenético de la avena

Robles (1978) mencionó que se conocen especies de avena las cuales se dividen en tres: diploides, tetraploides, y hexaploides, las especies diploides poseen un juego cromosómico $2n = 14$

Avena brevis, avena corta.

Avena wiestii, avena del desierto.

Avena strigosa, avena de arenales.

Avena nudibrevis, avena de semilla pequeña desnuda.

Las especies tetraploides poseen un juego cromosómico $4n=28$

Avena barbata, avena delgada.

Avena abyssinica, avena de Abisinia.

Las especies hexaploides poseen un juego cromosómico $6n=42$

Avena sativa diffusa, avena arbórea común.

Avena sativa orientalis, avena común de oriente.

Avena byzantina, avena roja.

Avena nuda, avena grande desnuda.

Avena fatua, avena silvestre común.

Avena sterilis, avena silvestre roja.

A. sativa se distingue de A. byzantina en la separación de las florecillas, en A. sativa, la segunda florecilla se separa de la primera por la desarticulación del segmento del raquis. El raquis queda retenido sobre la florecilla inferior. En la avena roja no hay una desarticulación definida de la segunda florecilla de la primera. En lugar de eso, el raquis se rompe cerca de su base y permanece adherido al grano superior, algunas variedades son intermedias entre la avena común y la avena roja en este aspecto y, por lo tanto, es difícil determinar con precisión la especie a que pertenece.

La avena roja se originó en la región del mediterráneo y presenta una mayor variabilidad que la avena común. Las variedades procedentes de *A. byzantina* tiene características convenientes para el fitomejorador como: Resistencia al mildiu, resistencia a las royas, a los carbones, precocidad, y al invierno, la avena común probablemente se origino en el norte de Europa (Robles , 1978).

La *A. byzantina* se divide en dos especies: a) *Avena arbórea* (*A. sativa diffusa*) en la que las panículas se extienden como las ramas de un árbol y b) avena común de oriente (*A. sativa orientalis*) en la que las ramificaciones de la panícula se desarrollan a un lado del raquis.

Las especies diploides y tetraploides tienen un valor económico limitado y se cultivan principalmente como pastos forrajeros debido a su tolerancia y resistencia a los climas húmedos y fríos. En la actualidad, se cree que *A. sterilis* es el progenitor de todas las avenas que tienen 21, cromosomas y en donde la avena común (*A. sativa*) y la avena silvestre (*A. fatua*) se originaron como formas aberrantes que se pueden reconocer por la presencia de largos filamentos en la base de la lemma y el raquis así como una cavidad basal prominente en el grano y una barba larga retorcida o curvada. Estos tipos se desgranar fácilmente al madurar.

La presencia de fatuoides se debe a irregularidades cromosómicas en la planta de avena, también se ha obtenido fatuoides después de irradiar avenas de la especie *A. byzantina*.

2.3, Clima y suelo

Díaz (1953) aseguró que esta gramínea prospera bien en los climas secos además tienen tolerancia a los climas fríos. En los lugares donde se presentan las heladas tardías, conviene retardar la siembra hasta entrada la primavera o un poco antes. Este cultivo se puede sembrar en climas semicálidos, templados y fríos. Si se cuenta con agua, se puede sembrar en cualquier mes del año; en los templados es posible llevar a cabo el cultivo durante el invierno y en las regiones donde hay la presencia de heladas durante el otoño y el invierno, se puede hacer la siembra durante la primavera.

Aragón (1995) mencionó que la temperatura adecuada para este cultivo es entre 15° y 31°C; la óptima depende de la etapa de desarrollo, de la variedad y del tipo de planta; la temperatura mínima es de 4° a 5°C, la óptima de 25° a 31°C y la Máxima esta entre 31° - 37 °C.

Las semillas y plántulas del cereal de invierno soportan las temperaturas mínimas; la avena necesita poca humedad, en general estos cereales necesitan entre 400 y 1300 mm de agua por año.

Los vientos demasiado fuertes provocan el acame en las avenas, especialmente en las variedades de los tallos largos, en áreas donde soplan vientos fuertes; Las vainas son muy altas.

La avena se puede cultivar en una gran variedad de condiciones, y tipos de suelos; sin embargo, para obtener una buena cosecha, es necesario que las condiciones físicas de suelo tengan las siguientes características:

a) Una estructura granular, que permita la aireación y el movimiento del agua en el suelo.

b) un perfil de tierra cultivable, de hasta unos 3 m para un enraizamiento adecuado.

c) No susceptibles a la formación de costras, que dificulten la germinación y aereación.

d) Con suficiente materia orgánica.

Antes de cultivar la avena, se sugiere analizar el suelo para conocer su fertilidad, acidez, y salinidad. La acidez determinará las variedades a cultivar. Los mejores resultados se obtienen con un pH de alrededor de 7. Todas las variedades de avenas son sensibles a la salinidad.

El cultivo viable es en regiones áridas y semiáridas, subhúmedas y húmedas, con estaciones secas, con climas cálidos, semicálidos, templados y semifríos (Robles 1978).

2.4/ El cultivo de la avena

Robles (1978) mencionó que en México se dedica a este cultivo una superficie que varía de 90, 000 a 130, 000 ha; de esta superficie, el 90% es de temporal por lo que los rendimientos son muy bajos. Chihuahua se considera el estado de mayor producción de este cultivo, ya que se siembran entre 80 y 1000 ha; la altura de estos valles varía entre 1600 y 2000 msnm; la precipitación es de 350 a 500 mm repartidos principalmente de julio a septiembre.

Puente (2002) afirmó que los estados que mas superficie se dedican a este cultivo son: Chihuahua, Zacatecas, Durango, México, Coahuila, Nuevo León, Aguas calientes, Guanajuato y Tlaxcala, aunque este dato no debe ser indicativo de la

situación nacional, ya que las superficies cultivadas son pequeñas y utilizan la modalidad de riego en el ciclo de otoño-invierno. En los Cuadros 1 y 2 se muestran cifras de avena forrajera y de grano sembradas a nivel nacional en el periodo comprendido de otoño-invierno 2000-2001.

Cuadro 1. Avances de siembra y cosecha del ciclo de otoño / invierno 2000-2001 de avena forrajera de avena de grano. (www.siea.sagarpa.gob.mx/indexavnc2.html).

Cultivo	Superficie (ha)			Producción total (ton)		Rendimiento (t ha ⁻¹)	
	Sembrada	Siniestra	Cosechada	Estimada	Obtenida	Estimada	Obtenida
A. forrajera	89,694	2,083	87,611	1,513,382	1,513,382	17,274	17,227
A grano	8,989	227	8,762	18,608	18,608	2,124	2,124

Cuadro 2. Comparación entre año, superficie y rendimiento de avena de grano y avena forrajera (www.siea.sagarpa.gob.mx/indexavnc2.html).

Cultivo	Superficie (ha)						Producción total (ton)		
	Sembrada			Cosechada			99/00	00/01	var.(%)
	99/00	00/01	Var.(%)	99/00	00/01	Var. (%)			
A. forrajera	75,861	89,694	18.23	74,856	87,611	17.04	1,284,125	1,513,382	17.85
A grano	4,702	8,989	91.17	4,702	8,762	86.35	12,230	18,608	52.15

2.4.1. Descripción taxonómica y morfológica

Robles (1978) estableció una clasificación taxonómica (Cuadro 3) y morfológica de la avena la cual aparece en este orden a continuación:

Cuadro 3. Clasificación taxonómica de la avena

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Pteropsida
Clase	Angiosperma
Subclase	Monocotiledónea
Orden	Graminales
Familia	Gramineae
Tribu	Aveneae
Género	Avena
Especie	Sativa

Robles (1978) argumentó que pertenece a la familia de las gramíneas, sus raíces son fibrosas. Esta planta es anual. Posee una raíz fibrosa más larga que la de la cebada; el tallo es un grupo de cañas herbáceas y erguidas con nudos llenos y entrenudos huecos. Generalmente crece de 0.6 a 1.5 m y con 3-5 tallos o mas, que varían de 0.32 a 0.64 cm de diámetro.

Las hojas poseen vainas, son de color verde oscuro, más intenso que el de la cebada y la del trigo, alcanzan alrededor de 25 cm de largo y 1.6 cm de ancho. La lígula es de forma ovalada.

La inflorescencia es una panoja compuesta; las ramificaciones son largas y sostienen en cada una un pequeño número de espiguillas que llevan de 1-5 flores y de las cuales dos son fértiles. Generalmente la florecilla primaria produce el grano grande, una secundaria grano chico y una terciaria rudimentaria no produce grano.

Usualmente son de 20 a 100 espiguillas por panícula. Los frutos de las variedades superiores están fuertemente encerrados entre el lema y la palea. Esta planta es de autofecundación.

Según [www.infoagro.com/herbaceos/cerales/Avena3.%MORFOLOGIA%20%yTAXONOMIA \(2004\)](http://www.infoagro.com/herbaceos/cerales/Avena3.%MORFOLOGIA%20%yTAXONOMIA(2004).), algunos caracteres botánicos de la avena se han descrito en:

Raíces: posee un sistema radicular potente, con raíces más abundantes y profundas que las de los demás cereales existentes.

Tallos: son gruesos y rectos, pero con poca resistencia al acame; tiene en cambio un buen valor forrajero. La longitud de éstos puede variar de 0.5-1.5 m. Están formados por varios entrenudos que terminan en gruesos nudos.

Hojas: son planas y alargadas. En la unión del limbo y el tallo tienen una lígula, pero no existen estípulas. La lígula tiene forma oval y color blanquecino; su borde libre es dentado. El limbo de la hoja es estrecho y largo, de color verde más o menos oscuro; es áspero al tacto y en la base lleva numerosos tricomas. Los nervios de la hoja son paralelos y bastante marcados.

Flores: la inflorescencia es en panícula. Es un racimo de espiguillas de dos o tres flores situadas sobre largos pedúnculos.

La dehiscencia de las anteras se produce al tiempo de abrirse las flores. Sin embargo, existen ciertas proporción de flores que abren sus glumas y

glumillas antes de la maduración de estambres y pistilos; como consecuencia se produce degeneraciones de las variedades seleccionadas.

Fruto: El fruto es un cariósido, con las glumillas adheridas, seco e indehisciente con una semilla, florece de abril a noviembre en su mayor parte de junio a septiembre en el hemisferio norte y de octubre a diciembre en el hemisferio sur; muy escasa vez en marzo.

2.4.2. Contenido de nutrientes en la avena

La siguiente descripción se baso en la “revista gente saludable 1998”, citados por <http://www.dequate.com/infocentros7salud//nutricion/edo257art02.htm> es valorada por su amplio grupo de nutrientes como son las vitaminas B1, B3 y ácido pantoténico, necesarios en nuestro organismo para evitar enfermedades como el beriberi, debilidad en los músculos e irritabilidad.

Entre los minerales es rica en hierro y cobre, los cuales intervienen en la formación de hemoglobina, por lo que son factores antianémicos. El fósforo se encuentra también en una importante proporción y este tiene un papel estructural en el ciclo de la energía y en la formación de los dientes y esqueleto óseo.

2.4.3/Importancia económica de la avena

En México, la producción de grano se orienta fundamentalmente hacia la alimentación humana y del ganado equino y en volúmenes inferiores para las aves, ganado bovino lechero y para el porcino. Pero la mayor producción de avena se destina a producción de forraje para la alimentación de ganado (Puente 2002).

En la producción mundial de cereales la A. sativa ocupa el sexto lugar, siendo la gramínea de invierno de mayor importancia en los climas fríos del hemisferio norte.

Cuadro 4. Principales países productores de avena, el año 2001-2002.

País	Millones de Toneladas
Rusia	6135.000
Canadá	2838.300
Estados Unidos	1918.150
Finlandia	1300.000
Alemania	1131.000
China	1050.000
Suecia	990.000
Ucrania	935.000
España	749.700
Reino unido	680.000
Argentina	642.360
Rumania	520.000
Francia	462.000
Chile	344.527
Brasil	317.342
Kazajstán	253.500
Turquía	250.000
Republica Checa	150.000
México	90.000

2.5. Características generales de los hongos.

Los hongos carecen de clorofila y por lo tanto necesitan obtener sus nutrimentos ya elaborados, la pared celular de los hongos esta formada por quitina, celulosa, o ambas, permitiéndoles un alto grado de interacción con el substrato; en el caso de los hongos fitopatógenos tienen una gran importancia tanto para la absorción de nutrimentos como para la secreción de enzimas y metabolitos. Las células tienen uno o más núcleos, bien definidos, con membrana, nucleólo, y cromatina. En oposición de los núcleos de las plantas superiores, los de los hongos son haploides durante la mayor parte del ciclo vegetativo (González, 1985).

Identificación de hongos.

El principal problema al familiarizarse con las royas y aprender a identificar sus géneros y especies, es que solamente una parte de su ciclo de vida, comúnmente el uredio, está presente en las muestras, esto es debido a que los distintos estados de las esporas se desarrollan en diferentes épocas, de aquí que un espécimen puede mostrar únicamente el ecio o solo el uredio o únicamente el telio (León y Cummins 1981).

El procedimiento usual consiste en determinar primero el estado de la espora y su morfología; después se consulta el índice de hospedante ("*host index*") si está disponible. Mediante un proceso de eliminación, comparando el hongo que se trata de identificar, con las descripciones de género y especie de los mismos, generalmente se puede llegar a una correcta identificación.

León y Cummins (1981) mencionaron que las muestras de plantas con estados eciales, son probablemente los más difíciles de identificar debido a que las eciosporas tienden a ser muy similares, y las descripciones frecuentemente no son detalladas, debido a que la mayoría de las eciosporas tienen pared y el tamaño de la espora es la única característica distintiva. El índice hospedante sigue siendo la mejor fuente de ayuda.

The Yearbook of Agriculture (1965) afirmó que desde el principio hasta el final de su vida, la salud de toda planta de semilla silvestre o cultivada es afectada por hongos. El aire se encuentra materialmente cargado de esporas y los suelos de todo el mundo están llenos de esporas e hifas vivas de diferentes clases de hongos, aunque la mayoría de los hongos son inoos, varios miles de diferentes clases reconocibles de hongos se saben ahora que son patógenos o agentes de enfermedades de las plantas.

Para la identificación de un hongo, primero se observan las características bajo los diferentes focos del microscopio compuesto, requieren preparaciones especiales de cada clase. La forma, así como la textura de una fructificación fungosa, ya sea con apariencia de moho y blanda o una estructura sólida, determinará el mejor método de tratamiento.

El diagnóstico de las características de muchos hongos se logra mejor mediante un cultivo puro en medio artificiales seleccionados en caja de petri. Las reacciones de crecimiento de algunas especies son características en cierto medios y en otros no lo son. Además, en cultivos puros con medios artificiales, una especie puede presentar una apariencia diferente a la natural. De aquí que pueda ser necesario cultivarlas en sustratos naturales para obtener el desarrollo de fructificaciones normales.

Una vez observadas e interpretadas las características morfológicas más significativas, estas se registran, cuando menos tentativamente, por medios de diagramas y notas, y se pone especial atención a las mediciones.

2.5.2.1/Enfermedades que causan los hongos superiores

De la Garza (1996) afirmó que generalmente todo el cuerpo de un hongo está basado en filamentos uniseriados, ramificados. En la mayoría de los casos, ese cuerpo se diferencia en una parte vegetativa, que absorbe nutrientes, y una parte reproductiva.

La siguiente descripción fue redactada por el Dr. Orlando Popoff (1998-2003) citados en www.biologia.edu.ar/fungi/fungi.htm. Principalmente mencionó que en los hongos superiores (Ascomycota y Basidiomycota), la parte recolectada del hongo no es mas que el órgano de reproducción del hongo, llamado cárpoforo. El verdadero cuerpo del hongo, o cuerpo vegetativo, está escondido, formado por una red de filamentos microscópicos inmersa en el substrato, llamada micelio. La mayoría de ellos tiene reproducción sexual y asexual.

Una característica importante entre grupos de hongos, usada como un importante escalón evolutivo, es la presencia o ausencia de paredes transversales en las hifas llamadas septos.

Los ascomycetes pueden ser homotálicos o heterotálicos morfológicamente los dos sexos son distintos. Los órganos masculinos y femeninos tienen cierta semejanza con los de la clase Oomycetes; en esta clase, el órgano femenino se llama ascogonio y el masculino anteridio; los ascomycetes tienen varios núcleos producen sus esporas sexuales en bolsa o saco el área representa el estado perfecto.

Existen especies que producen siempre el estado ascígeno o sexual; sin embargo, la mayoría lo produce solo al final del ciclo de crecimiento o cuando los alimentos se escasean; se le encuentra en la época de crecimiento en el estado conidial, asexual o imperfecto (anamorfosis), actúa como parásito mientras que el estado perfecto (teleomorfosis), lo forma en el otoño o la primavera siguiente cuando el hongo actúa como saprófito desde el punto de vista fitopatólogico.

2.5.2.2/Importancia económica de los hongos superiores

De la Garza (1996) mencionó que los hongos superiores incluyen miles de especies, la mayoría saprofitas y otras que causan daño al hombre, a los animales y principalmente a las plantas.

Agrios (1985) este autor afirmó que alrededor de 50 especies de hongos producen enfermedades en el humano y por lo general es la misma cifra en los animales. Algunos hongos crecen y se reproducen sólo cuando establecen una cierta asociación con las plantas que le sirvan de hospederos durante toda su ciclo de vida (en el caso de los parásitos obligados), otros requieren de una planta hospedera durante una cierta etapa de su ciclo de vida lo cual no se desarrolla en medios artificiales, y mas aun, otros se desarrollan y reproducen tanto en plantas vivas como en materia orgánica muerta.

Sin embargo, más de 8000 especies de hongos producen enfermedades; todas las plantas son atacadas por algún tipo de hongo, y cada uno de los parásitos ataca a uno o más tipos de plantas.

2.5.2.3/ Clasificación

De la Garza (1996) consideró que los hongos forman parte del reino Mycetozoa, el cual cuenta con tres divisiones: Gymnomycota, Mastigomycota, y Amastigomycota.

El mismo autor mencionó que la primera división incluye organismos poco afines a los hongos inferiores clásicos, y la última incluye a los hongos superiores. Dentro de la división Amastigomycota se incluyen también los Zigomycetes y Trichomycetes que se estudian con los hongos inferiores. El resto de esta división de los hongos superiores la forman las clases Ascomycetes, Basidiomycetes y Deuteromycetes.

Clase Basidiomycetes: Tienen micelio dicariótico, se reproducen sexualmente con la formación de un bacilo y meiosporas (basidiosporas) que se encuentran en varios tipos de esporóforos. Esta clase tiene subclases las cuales son *Holobasidiomycetidae*, *Phragmobasidiomycetidae*, *Teliomycetidae*.

Clase Deuteromycetes: Incluye hongos saprófitos, simbióticos, parásitos, o predatorios con micelio septado, sin reproducción sexual y que, además, producen Conidios, excepto algunas especies que no producen ningún tipo de esporas. Se subdivide en subclase *Blastomycetidae*, *Coelomycetidae*, *Hyphomycetidae*.

Romero (1993) afirmó que dentro los hongos superiores de mayor importancia es la Familia *Pucciniaceae*; en donde las royas de esta familia se caracterizan por la producción de teliosporas generalmente pediceladas, libres, envueltas en una matriz gelatinosa, o unidas en grupo de tres o más en un pedicelo común; unicelulares, bicelulares o pluricelulares. Las paredes son de color café rojiza, bastantes gruesas y lisas. Algunas teleosporas están rodeadas por una envoltura trasparente, muy pocas especies de *Puccinia* ocurren en la Leguminosae.

Otro grupo del género de las royas ha sido relacionado con Rosaceae, sin embargo, existen algunas familias de plantas superiores en las cuales a la fecha no ha sido reportada roya alguna.

2.6. Enfermedades con mayor frecuencia en la avena

Robles (1978) mencionó algunas de las Enfermedades en avena como son:

a) no parasitarias.

Corrimiento. Es la producción de espiguillas blancas y vanas, especialmente cerca de la base de la panoja. La enfermedad se debe a un metabolismo alterado de la planta, ya sea cuando se están diferenciando los tejidos de la panoja o cerca del período de la polinización; tiende a reducir el rendimiento potencial de las espiguillas restantes.

b) Manchas grises o manchas secas de las hojas.

Se le encuentra en suelos orgánicos alcalinos, aparecen como pequeños puntitos de colores verde claro o grises, irregulares u oblongos, se producen en las hojas especialmente sobre la lámina. Las superficies atacadas se agrandan y se secan y cambian a un color amarillento a castaño pálido. El tamaño depende de la variedad, la gravedad de la deficiencia de manganeso y la humedad con la que cuenta el suelo. Las plantas atacadas son cloróticas y de altura reducida.

Las láminas de las hojas son angostas y más erectas. Los rendimientos se reducen cuando se retrasa el desarrollo de la planta.

c) Mosaico.

Virus transmitido por insectos, el virus del enanismo amarillo ésta muy difundido en las regiones aveneras de invierno y primavera; con frecuencia se les denomina "hoja roja". Los síntomas más comunes son manchas rojas o amarillas

que se extienden en lesiones lineares y una coloración roja o amarilla del follaje. Las afecciones tempranas causan enanismo de la planta.

Los áfidos son los vectores y no es transmitido por el suelo ni por acción mecánica.

d) *Septoriosis de la hoja: Septoria avenae.*

Está difundida en regiones aveneras de primavera e invierno. Las manchas de las hojas son moteadas de color castaño y oscuro, se extiende por toda la lámina, vaina de la hoja, y tallo, provocando necrosis y ennegrecimiento seguidos por acame; en las brácteas florales aparecen manchas irregulares pequeñas y de color castaño que con frecuencia producen una coloración parda del grano. Causa grandes daños en variedades susceptibles.

El hongo persiste de eliminar un año a otro sobre los rastrojos; las afecciones en la hoja se producen generalmente durante tiempo frío y húmedo.

e) *Carbón volador: Ustilago avenae.*

Las flores aisladas de la panoja son reemplazadas en gran parte por la masa de esporas. Los soros del carbón varían desde una masa pulverulenta de esporas que reemplaza las estructuras florales, con excepción de la raquilla, a una masa de esporas semilibre incluida dentro de la lemma y la pálea. La variedad de avena y la raza fisiológica del parásito determinan principalmente diferencias en síntomas. Las panojas atacadas son el primer síntoma evidente de la presencia de la enfermedad ya que aparecen simultáneamente con las panojas sanas. La infección se produce a partir de clamidosporas existentes en la semilla. Las esporas se difunden desde la anthesis hasta el momento de la cosecha. Las esporas que germinan debajo de las glumas, están en estrecho contacto con el coléoptilo de la plántula, que es

penetrado por el parásito con mucha facilidad, antes de alcanzar un centímetro de largo.

f) *Carbón cubierto: Ustilago killeri.*

Este patógeno causa más pérdida que el Carbón volador, probablemente porque esta más difundido. Los soros del carbón, que reemplazan a los granos, están encerrados por una membrana casi permanente compuesta por el pericarpio y brácteas florales; los soros no son visibles hasta la madurez del cultivo. Entonces la lemma y la pálea blanquecinas y sin brillo, aparecen de color gris a causa de su masa interna de esporas. Los soros se rompen durante la madurez del grano y en la trilla, liberando las esporas sobre los granos sanos. Lo mismo que el carbón volador, se producen las infecciones de las plántulas por las clamidosporas llevadas por la semilla. Algunos de las enfermedades mas importantes que frecuentan en esta gramínea y con mas daños severos, son las royas de la hoja y tallo Puccinia graminis avenae y Puccinia coronata, respectivamente, ya que este patógeno destruye grandes extensiones de zonas cultivadas.

2.6.1 Royas

Subclase: Teliomycetidae

Orden: Uredinales,

León y Cummins (1981) aseguraron que los hongos conocidos como royas o “chahuixtles” se incluyen en el orden Uredinales, subclase Teliomicetidae, de la clase Basidiomicetos, lo que implica que en su ciclo reproductivo producen un basidio. El núcleo diploide esta presente en una estructura, por lo general de pared gruesa, que pueda referirse como probasidio, pero comunmente se llama teliosporas. Al germinar el probasidio da lugar a un tubo de pared delgada, el metabasidio es conocido como promicelio o simplemente basidio. En el metabasidio acontecen divisiones nucleares mitóticas y meióticas que dan lugar a la formación de cuatro núcleos haploide.

De la Garza (1996) estableció que los hongos causantes a este patógeno constituyen un grupo de aproximadamente 4000 especies de parásitos considerados como obligados.

De acuerdo a su ciclo de vida los Uredinales pueden dividirse en tres categorías: 1) royas macrocíclicas, que producen los cinco tipos de esporas con sus cinco estados de desarrollo, 2) royas hemicíclicas en las que falta el estado de desarrollo donde se producen las Uredinales y 3) royas microcíclicas en las que las teliosporas es la única espora binucleada que se produce.

Por lo general, el mismo hospedero primario es una monocotiledónea y alternante una dicotiledónea; ambos tipos de hospederos están próximos, hay mucha probabilidad de que se presente una epífita.

Las royas atacan severamente a los cereales, es común que varias de ellas infecten la misma planta, por lo que es conveniente saber alguna de sus particularidades que sirvan para diferenciarlas.

Según Romero (1993), los Uredinales son un grupo de Basidiomicetes que viven como parásitos obligados de plantas vasculares, las cuales causan las enfermedades conocidas como royas o chahuixtles; la distribución en el mundo entero es muy amplia teniendo como hospedaje al cultivo de la avena, trigo, cebada, frijol, y muchas otras plantas cultivadas y especies silvestres.

Romero (1993) aseguró que las royas típicamente macrocíclicas producen cinco fases distintas en secuencia regular:

Fase 0. (Espermagonial o picnial), espermatogonios productores de espermacios e hifas recesivas.

Fase 1: (Ecial). Ecias que producen eciosporas.

Fase 2: (uredial). Uredias que producen uredosporas.

Fase 3: (Telial). Telias que producen teliosporas.

Fase 4: (Promicelial). Promicelios que producen basidiosporas.

Generalmente las fases 0 y 1 son producidas por una planta hospedante y las fases 2, 3, y 4, se denominan “Hospedante primario” y el hospedante de las fases 0 y 1 recibe el nombre de “Hospedante alternante”

Una condición peculiar de las royas llamada “Heteroicismo” es que requieren de dos plantas hospedantes distintas para completar su ciclo biológico.

Autoicismo es la condición opuesta al heteroicis. Las royas autóicas completan su ciclo biológico en una sola planta hospedante, las Uredinales se subdividen entre familias de acuerdo al comportamiento y características de las teliosporas.

Para casos en que no se dispone de teliosporas, se puede recurrir a los géneros Caeoma, Aecidium, Peridermium y Roestelia. Estos han sido propuestos para clasificar de manera más fácil y ordenada las diferentes fases eciales de acuerdo a las características del peridio.

Caeoma: el ecio caemoide es relativamente indeterminado debido a que el peridio no está desarrollado, aunque puedan existir parafisos. Las eciosporas son catenuladas y generalmente verrugosas. El ecio caemoide es característico de Phragmidium y Melampsora.

Aecidium (sin ecio). El período (en forma de copa) generalmente es corto con el margen irregular y frecuentemente recurvado, las células peridiales son más o menos romboidales con la superficie rugosa. Las eciosporas ordinariamente verrucosas. Este tipo de ecio (dos pequeñas copas) es especialmente común en Puccinia y Uromyces.

Peridermium. El período generalmente es largo, solidamente desarrollado y con células peridiales alargadas. Las eciosporas son catenuladas y comúnmente con la superficie toscamente ornamentada.

Rostelia. El peridio es de forma de cuerno, sólidamente formado, las células peridiales son alargadas, y el peridio generalmente se abre a través de hendiduras longitudinales, *rostelia* es aplicado únicamente al estado ecial de Gymnosporangium.

2.6.1.1, **Roya del tallo** (*Puccinia graminis* f. *Sp. Avenae Pers*)

De la Garza (1996) afirmó que la roya del tallo es una de las enfermedades más importantes de las plantas, porque ataca a cultivos alimenticios de primera necesidad; causa pérdida total de cosechas y reducción de rendimientos y calidad, y por lo regular ataca al cultivo de la avena, trigo y otros cereales; también ataca a muchas variedades de zacates en las regiones donde existen condiciones apropiadas de humedad y temperatura.

The Yearbook of Agriculture (1965) mencionó que esta enfermedad es semejante al moho del tallo del trigo, es de color amarillo más oscuro que el del tronco y produce generalmente pústulas mas largas, siendo más abundante en la base de los tallos de las plantas. El color de la etapa de verano de la enfermedad es generalmente rojo ladrillo y el del moho del tallo es amarillo brillante o amarillo naranja; la enfermedad ataca a la avena principalmente.

► **Sintomatología.**

De la Garza (1996) aseguró que esta enfermedad, que es producida por la roya del tallo en avena, ataca y produce síntomas en dos tipos claramente distintos de plantas hospederas. Los síntomas más graves y económicamente importantes aparecen en la avena y algunos cereales relacionados como la cebada, trigo y el centeno, así como en otros pastos o zacates. Sin embargo, aunque dichos síntomas no tengan importancia desde el punto de vista económico, aparecen también en las plantas del agracejo común (*Berberis Vulgaris*).

La fase de este patógeno (*Puccinia graminis*) aparece en las hojas y en el tallo del hospedero de la avena y en los demás cereales y los zacates. Se puede

presentar también en las espigas o el grano un halo clorótico que circunda las pústulas, y en hospederos muy resistentes no se forman lesiones sino solo puntos necróticos en los lugares donde ocurrió la penetración del patógeno. Las telias aparecen al acercarse la maduración del hospedero. A diferencia de la uredias, las telias no tienen aspecto polvoriento y son café oscuro o negro.

La fase aecial del patógeno ocurre en las hojas, pecíolo y partes florales. El tejido infectado se vuelve amarillo y esta hipertrofiado. La aecia es amarilla, tubular, en forma de taza; se producen en gran número y tienen en sus márgenes un peridio claro. Ante la aparición de las aecias, se forma en el lado opuesto de las hojas, pequeñas marcas amarillentas o naranjadas que son los espermagonios.

Las plantas infectadas producen menos retoños y pocos granos por espigas, siendo estos pequeños, arrugados y de escasa calidad nutricional. Bajo condiciones extremas, las plantas muy infectadas mueren y ocasionan pérdidas que alcanzan niveles de destrucción muy altos, donde las zonas más productoras de avena enteras pueden ser completamente desbastados por este patógeno.

► **Etiología**

De la Garza (1996) afirmó que en las regiones templadas y frías P. graminis inverna como teliospora en residuo de cosecha, el viento disemina a los esporidios a distancias cortas, caen sobre la epidermis del agracejo y penetran directamente durante la meiosis en el promicelio. Las líneas haploides se agregan en dos grupos (+ y -) ; por ser el patógeno heterotálico. La unión de los tipos (+ y -) es necesaria para que el ciclo del hongo prosiga más allá del estado de espermagonio en la mayoría de los casos la infección en el agracejo se lleva a cabo por el haz de las hojas. Se forman haustorios y un cuerpo fructífero llamado espermagonio, estos carecen de signos (+ y -). Según el esporidio de que provengan, tienen forma de pera y esta constituido por hifas receptoras y espermacios.

El espermacio (+) se une a la hifa (-) y viceversa, efectuándose la dicarionización, después de la cual, la infección prosigue formándose la aecia por lo

general en el envés de la hoja P. graminis puede pasar el invierno no solo como teliosporas, si no también como micelio perenne y como uredosporas, en regiones con invierno benignos, estas esporas empiezan a diseminarse en la primavera infectando los cultivos a su paso (De la Garza, 1996).

2.6.1.2. Roya de la Hoja (Puccinia coronata Cda.)

Romero (1993) afirmó que esta especie que causa la roya foliar de la avena es una roya heteroica cuyo hospedante primario es Avena spp. El hospedante alternativo es Rhamnus spp; su distribución es universal, presentándose en todas las zonas productoras de avena templadas húmedas y semihúmedas principalmente de nuestro País.

La roya también es conocida a menudo como moho de la hoja, o moho anaranjado de la hoja de avena. Ocurre principalmente en las hojas, aunque frecuentemente ocurre también en las cubiertas y a veces en los tallos y panículos. Es la enfermedad más destructora de la avena reduciendo el rendimiento de la producción en 20% a 50%.

La variedad de moho de corona de la avena comprende a su vez cierto número de diferentes especies parásitas que difieren en su capacidad de atacar diversas variedades de avena.

► Sintomatología.

Romero (1993) mencionó que la infección en Rhamnus es muy notable por la presencia de ecias anaranjadas en las hojas, tallos jóvenes y fruto; por otra parte, en las hojas y estructuras florales de la avena y pastos susceptibles, se forman uredias redondas oblongas que pueden coalescer y destruir grandes porciones de tejido. Las telias se desarrollan particularmente en las vainas formando manchas lineales, de color café oscuro, cubiertas por la epidermis del hospedante. Las plantas fuertemente infectadas se acaman fuertemente con facilidad y maduran

prematuramente. Los teleutosoros a menudo forman un borde oscuro alrededor de los uredos y se desarrollan independientemente.

► **Características Morfológicas.**

Romero (1993) afirmó que las telias a menudo forman un borde oscuro alrededor de los uredias; a diferencia de las uredias, las telias no tienen aspecto polvoriento y son de color café oscuro a negro, se desarrollan independientemente, en especial sobre las vaina de la hoja e inflorescencia sin muchas lineales, cubriendo la epidermis del hospedero primario /avena. Las plantas fuertemente infectadas se acaman con facilidad y maduran prematuramente. En la etapa espermagonial (picnia) y aecial se encuentran en las hojas, peciolo, tallos jóvenes y estructuras florales de las dicotiledóneas hospedantes alternas Rhamnus sp, y Berberis vulgaris.

2.7. Objetivos e importancia del mejoramiento genético de las plantas.

Chávez (1990) mencionó que el constante crecimiento de la población y la creciente demanda de alimentos para sostenerlos, han hecho necesario disponer de alimentos y materias primas industrializables en mayor cantidad por unidad de superficie cultivable.

Los notorios resultados prácticos alcanzados en los últimos años por la mejora genética de plantas en la producción de especies cultivadas, superiores a las existentes, han demostrado la importancia de esta ciencia, ya universalmente reconocida y aceptada. En su mayoría, las plantas alimenticias comenzaron a cultivarse en las albores de la historia; sin embargo, a la fecha queda mucho por mejorarlas y hacerlas aptas para su utilización bajo las más diversas condiciones agronómicas.

Por lo tanto, el objetivo principal del fitomejoramiento genético es incrementar la producción y calidad de los productos agrícolas por unidad de superficie en el menor tiempo, con el mínimo esfuerzo y al menor costo posible. Esto se logrará mediante la obtención de nuevas variedades o híbridos de alto potencial, es decir,

que produzca más granos, forrajes y fruto, en la menor área posible y que se adapten a las necesidades del agricultor y consumidor.

Con la mejora genética de las plantas se espera contribuir sustancialmente a una mayor productividad agrícola; sin embargo, esto no se puede llevar a cabo simplemente con el potencial genético de las variedades, sino mediante la obtención de variedades que estabilicen su producción a través de la resistencia o tolerancia a malezas o daños causados por enfermedades y plagas, a la sequía, frío, vientos o a otros factores negativos.

2.7.1 Plantas autóгамas

Reyes (1983) afirmó que estas plantas son las que se autofecundan naturalmente, es decir los gametos que se fusionan para formar semillas, se desarrollan en la misma planta y generalmente en la misma flor. Lo anteriormente ya mencionado es común en las plantas monoicas, de flores hermafroditas, menos frecuentes en monoicas de flores unisexuales e imposibles en especie dióicas. Ejemplos de algunas plantas autóгамas son: avena, trigo, chícharo, garbanzo, café, cacahuate, tabaco, etc.

López (1995) también mencionó que las plantas autóгамas consisten generalmente en una mezcla de líneas homocigóticas bastantes relacionadas, que no obstante que crecen próximas, permanecen más o menos independientes entre sí en la reproducción. Las plantas individuales de tales poblaciones son homocigotos vigorosos. En estas especies, el objetivo principal de la mejora es la obtención de una línea pura, debe recordarse que en determinadas especies del grupo de las autóгамas, existen cruzamientos naturales como el cultivo de la avena, arroz, cebada, que en raras ocasiones supera el 1%, independientemente de la variedad que se trate.

► **Selección en las plantas autógamas.**

Allard (1975) mencionó que tanto en la evolución como en la mejora de plantas, las poblaciones van transformándose constantemente hacia formas superiores; en esta transformación continua, la fuerza principal es la selección, por lo que algunos individuos con ciertas características son favorecidos en la producción. En los procesos de la mejora genética de plantas, será necesario estudiar las bases genéticas de la selección.

Entre los atributos de la selección hay dos especialmente importantes para entender los principios de la mejora: 1) la selección solo puede actuar sobre diferencias heredables y 2) La selección no puede crear variabilidad sino que actúa, solamente sobre la ya existente. Es precisamente por este segundo atributo por los que la consanguinidad adquiere importancia en la mejora de plantas.

La consanguinidad origina un aumento de la homocigosis, este efecto es aplicable a todos los loci, también la consanguinidad descubre la variabilidad genética encerrada en los heterocigotos y de esta forma puede actuar en la selección; este efecto de la consanguinidad tiene una gran importancia en la mejora genética de las plantas.

Existe consanguinidad cuando se efectúa cruzamiento entre individuos estrechamente emparentados, técnicamente cualquier sistema de cruzamiento en el que los individuos tengan menor número de antepasados comunes, que una población en que los cruzamientos se efectúan al azar, supone cierto grado de consanguinidad.

2.8. Los Métodos de mejora genética en las plantas autógamas

Según Robles (1986), los métodos de fitomejoramiento en especies autógamas son menos complejos que los utilizados en especies alógamas, siempre y cuando se use el argumento de que las poblaciones de las segundas son básicamente heterogéneas y heterocigóticas, mientras que las poblaciones de las

primeras son homogéneas y homocigóticas (constituida por líneas puras) o heterogéneas y homocigóticas (constituidas por mezclas de líneas puras).

Sin embargo, algunas técnicas en autógamias requieren de mas tiempo y trabajo para llegar a formar una variedad monolíneaal, o una multilíneaal cuando previamente se inicia el programa de fitomejoramiento por cruzaas entre líneas puras o entre variedades regionales, ya que generalmente en este último caso son poblaciones heterogéneas.

Poehlman (1971) afirmó que el mejoramiento en las plantas forrajeras tiene dos procedimientos a seguir, que es la selección y la hibridación, parecido a los que se aplican para la producción de variedades nuevas en forrajes menores.

Para realizar los métodos o programas de mejora de plantas con la finalidad de obtener variedades o tipos de mayor valor, es necesario partir de material existente (variedades comerciales de la localidad o de otro origen, variedades mejoradas obtenidas en la región o de otra parte, así como formas vegetales a fines espontáneas, de la misma especie, mismo género y géneros diferentes) con el objetivo de someterlos a los trabajos que los diversos métodos.

Como en la avena y en la mayoría de los cereales, los métodos para lograr la formación de variedades mejoradas nuevas, o para mejorar las existentes se clasifican en dos grandes grupos que son: 1) la selección y 2) hibridación o cruzamiento Además, se están tratando de obtener mutantes a través de la irradiación.

Brauer (1980) argumentó que es útil cuando una variedad mejorada y adaptada a la región, carece de un carácter importante, la cual existe en otra variedad. Para agregar el carácter a la variedad mejorada se cruzan las dos variedades y, a partir de la generación F_1 , las plantas híbridas que tengan el carácter deseado se retrocruzan con la variedad mejorada hasta fijar el carácter deseado en ella. La variedad mejorada participa en cada cruzamiento regresivo y se le denomina progenitor recurrente.

La variedad de la cual se desea derivar el carácter sólo participa en el primer cruzamiento y se le llama progenitor no recurrente. El número de cruzamientos regresivos puede variar de uno a ocho, según la necesidad que haya de recobrar los genes del padre recurrente.

Poehlman (1971) describió los métodos de mejora genética en las plantas autógamas y los describe en este orden:

► **Método de introducción.** El método de mejoramiento llamado Introducción, se basa en introducir nuevas especies a través de semillas importadas de otros lugares, continentes o países de esta forma se han formado un número de cultivos en el Continente Americano; y una de las ventajas de la Introducción es que las nuevas variedades pueden contener genes con resistencias a enfermedades o insectos, tolerancias a bajas temperaturas u otra características favorables, y que se pueden transferir a otras variedades ya adaptadas por medio de la hibridación (Poehlman, 1971).

López (1995) argumentó que este método consiste en introducir a una localidad, germoplasma que ha sido desarrollado en otras regiones; de ahí que una variedad mejorada puede ser considerada como introducida, si proviene de la selección en masa o la selección individual realizada en otra variedad introducida, o bien si tuvo como progenitor a una variedad introducida.

► **Método de selección (Sin cruzamiento previo).** Este proceso según Poehlman (1971), es el más antiguo de los métodos de la mejora genética en los cultivos. Básicamente consiste en el desarrollo y el proceso de selección natural o artificial, precisamente en donde se separan las plantas individuales o grupos de las mismas dentro de las poblaciones mezcladas.

La eficiencia de este método depende de la presencia de la variabilidad genética para la creación de nuevas variedades. En las especies autofecundadas se practican dos métodos: a). *La selección en masa* y b). *La selección individual (Líneas puras)*.

a). *Selección en masa.* Este método consiste en escoger de una población todas las plantas que tengan los mejores e idénticos fenotipos, cosecharlas y mezclar la semilla; la mezcla resultante es una selección en masa, las variedades obtenidas por este método son un compuestos de líneas, o sea que una variedad así obtenida, es uniforme para todos aquellos caracteres que puedan apreciarse a simple vista, pero las líneas que lo forman puedan diferir en caracteres cuantitativos tales como rendimiento del tamaño de la semilla, calidad, etc. ya que estos caracteres son difíciles de apreciarse por simple observación (Brauer 1980).

Este método tiene la finalidad de mejorar la población, seleccionando primero y mezclando después, los mejores fenotipos que ya estaban presentes en la mezcla original. Con este método pueden presentarse los siguientes problemas: al seleccionar y agrupar las mejores plantas no es posible saber si son homocigóticas o heterocigóticas, si son heterocigóticas volverán a segregarse en la generación siguiente y, en consecuencia, será necesaria una nueva selección según el fenotipo.

Como el medio ambiente afecta el desarrollo y uniformidad de la planta, no es posible determinar si el fenotipo seleccionado es superior, debido a caracteres hereditarios o a la influencia del medio ambiente (Brauer; 1980).

b). *La selección individual (Líneas puras).* Este método tiene la finalidad de obtener nuevas variedades mediante la selección individual de líneas puras. Por este procedimiento no se pueden originar diferentes individuos, el mejoramiento de las variedades consiste en separar, de una población heterogénea, la mejor o las mejores líneas puras, estudiar su capacidad productiva en forma experimental, y adoptar como variedad mejorada la que supere en rendimiento a la variedad regional. Las variedades desarrolladas por este método son más uniformes que las obtenidas por el método de selección en masa (Brauer, 1980).

► **Método de hibridación.** Este método consiste en la cruce de dos variedades a partir de las cuales se genera descendencias segregantes, en las cuales se realiza selección. Mediante la hibridación se puede combinar las mejores

características de las variedades progenitoras en una línea pura que se reproduzca idéntica así misma (Poehlman, 1971).

Brauer (1980) consideró que por el método de selección no es posible obtener individuos diferentes a los que ya existen en la población, es necesario recurrir al cruzamiento de dos o más variedades, previamente seleccionadas para tal fin y retener de las progenies aquellos individuos que reúnan nuevos o mejores caracteres agronómicos. Cuando las variedades usadas como progenitores son líneas puras, todas sus plantas son homocigóticas e idénticas. Las plantas F₁, aunque son heterocigóticas, también son similares. La segregación genética empieza en la generación F₂, y la frecuencia de plantas heterocigóticas se va reduciendo a la mitad en cada generación autofecundada.

► **Método genealógico o pedigree.** Brauer (1980) argumentó que este método consiste en seleccionar a partir de la generación F₂ las plantas que reúnen la combinación de caracteres deseables. La progenie de cada planta seleccionada se vuelve a reelegir en las generaciones siguientes hasta que la segregación genética haya cesado.

Este método es ventajoso cuando los caracteres que se desean recombinar son apreciables a simple vista, lo difícil del método está en saber reconocer, en la población segregante, las plantas que reúnan la combinación de caracteres deseables. Esto requiere una observación muy cuidadosa del material en estudio, así como una exhaustiva prueba de todas las plantas seleccionadas y sus progenies, a condiciones adversas tales como reacción a las enfermedades, a los cambios de temperaturas y de humedad, etc.

Un ejemplo de este método de selección, posterior a la hibridación, según Poehlman (1971) es:

Primer año: cruce de progenitores

Segundo año: Producción de 10 a 25 plantas de F₁

Tercer año: Se producen 2,000 a 6,000 plantas F_2 , las semillas deben de ser sembradas a la distancia requerida, con el fin de examinar las plantas individualmente. Después se someten a las pruebas de comportamientos y se seleccionan las más sobresalientes de 300 a 500 plantas.

Cuarto año: Se siembran las progenies F_3 a la distancia requerida para estudiar las plantas individuales, las plantas de las familias sobresalientes se reseleccionan y se conservan de 50 a 100 familias.

Quinto al octavo año: Se seleccionan las familias sobresalientes de la F_4 a la F_7 hasta que cada una sea uniforme, seleccionando lo más sobresaliente. Al final del período debe haber no más de 25 a 50 líneas seleccionadas.

Noveno año: Se establece un ensayo preliminar del rendimiento.

Décimo al decimotercero: Las plantas que se sometieron a prueba de rendimiento se seleccionan, posteriormente se observan y se eligen las que sobresalieron en caracteres de calidad y otras variables agronómicas. Al final de los ensayos solamente persistirán de 2 a 5 líneas.

Decimocuarto al decimoquinto: Las semillas se multiplican y se distribuye la nueva variedad.

► **Método masivo o poblacional.** Brauer (1980) mencionó que este método consiste en sembrar en una parcela el total de la semilla que proceda de la hibridación y continuar multiplicando las plantas que resulten durante varias generaciones, sin considerar ni practicar la selección.

Después de varias generaciones, se tiene un alto índice de probabilidades de que las plantas homocigóticas. Este método es más sencillo que el genealógico; sin embargo, es de menor perfección.

El mismo autor mencionó que este método consiste en seleccionar a partir de la generación F_2 las plantas que reúnen la combinación de caracteres deseables. La

progenie de cada planta seleccionada se vuelve a reseleccionar en las generaciones siguientes hasta que la segregación genética haya cesado. Este método es ventajoso cuando los caracteres que se desean recombinar son apreciables a simple vista; lo difícil del método está en saber reconocer, en la población segregante, las plantas que reúnan la combinación de caracteres deseables. Esto requiere una observación muy cuidadosa del material en estudio, así como una exhaustiva prueba de todas las plantas seleccionadas y sus progenies en condiciones adversas tales como reacción a las enfermedades, a los cambios de temperaturas y de humedad, etc.

Por esta razón es necesario guardar una relación muy precisa de todas las observaciones y ya al final seleccionar con mucha precisión las líneas que potencialmente son las mejores, la ventaja de este método radica en que solo las plantas que reúne caracteres deseables son retenidas en cada generación.

► **Siembra en masa.** Este método consiste en que después del cruzamiento, las generaciones se siembran en masa sin practicar ninguna selección sino hasta después de la generación F₆, que es cuando la segregación genética ha concluido prácticamente, este método exige menos trabajo que el de la selección por pedigree; sin embargo, mientras no se hace ninguna selección se está reteniendo en la población individuos que no reúnen ventaja para el mejoramiento en la localidad de prueba.

Cuando el trabajo se está efectuando bajo las condiciones ambientales donde se va a cultivar o sembrar la variedad mejorada, debe permitirse que la selección natural intervenga en las generaciones segregantes (López, 1995).

► **Cruza Múltiple:** Estas cruza múltiples se producen por el cruzamiento de pares de progenitores, cruzando luego los pares F₁ hasta que todos los progenitores intervienen en una progenie común. Este sistema de cruza tiene la ventaja de reunir en forma rápida combinaciones de genes de los distintos progenitores. La desventaja es que pueden provocar muchas combinaciones indeseables al usar numerosas variedades progenitoras (Poehlman, 1971).

► **Cruza regresiva.** Poehlman (1971) argumentó que es una forma de hibridación recurrente, por la cual se reincorpora una característica sobresaliente a otra variedad satisfactoria para otras características sobresalientes. El proceso es simple, se cruzan dos variedades progenitoras, se adapta una característica sobresaliente de la otra variedad a la segunda. A partir de la F_1 se cruzan regresivamente las variedades adaptadas. Después de cada cruce, se seleccionan los materiales que tengan características deseadas de la segunda variedad. En esta cruce solo se usan híbridos que tengan el carácter deseado.

2.9 Mejoramiento genético en la resistencia a enfermedades

Rodríguez et al. (1981) afirmaron que se le denomina resistencia a la habilidad que posee un organismo para desarrollarse con una vida normal y segura, en presencia de un agente patógeno dado. Cuando la resistencia de la planta contra el parásito es absoluta, esto es en el caso en que el parásito no afecta en modo alguno el normal desarrollo de la planta, la resistencia recibe el nombre de inmunidad.

Existe en este caso una relación cualitativa que se presenta o no se presenta la afectación en la planta; la inmunidad es el extremo opuesto de la resistencia, en la resistencia existe una relación cuantitativa y la afectación se presenta en mayor o menor medida.

Chávez (1990) mencionó que en cualquier método de mejoramiento, el factor más importante para reincrementar la producción es la resistencia a las enfermedades y las plagas, ya que la mayoría de las plantas son atacadas por patógenos e insectos que reducen o eliminan totalmente las cosechas.

En muchos casos resulta incosteable o contraproducente combatirlas por métodos químicos o biológicos, por lo tanto, el mejor método de control de enfermedades y plagas es el genético; es decir, desarrollar variedades resistentes o tolerantes a patógenos e insectos.

En general, son tantas las enfermedades que atacan a las plantas, que sería extenso enumerarlas. La resolución parcial del problema de las enfermedades, consiste en buscar fuentes de resistencias dentro de la variabilidad genética existente o recurrir a los centros de origen de las plantas, ya que la manera más segura de combatir las enfermedades es mediante el desarrollo de variedades resistentes.

Según Rodríguez et al. (1981), el mejoramiento de la resistencia a las enfermedades y plagas es un aspecto especial del mejoramiento genético, pues se caracteriza por peculiaridades que lo diferencian de los demás aspectos como son la mejora del rendimiento, la mecanización de la adaptación a suelos deficientes, etc.

La mejora de la resistencia desempeña una importante función desde el punto de vista económico en condiciones de producción; el mejoramiento genético para obtener resistencia es el objetivo más complicado porque se trabaja con dos sistemas genéticos el de la planta y del agente patógeno, así mismo, el idiotipo del huésped y el del parásito están sujetos a las mismas leyes de la evolución biológica, las distintas especies de plantas pueden adaptarse idiotípicamente a determinados agentes fitopatógenos y por eso su condición de resistencia genética esta muy relacionada con agentes patógenos específicos.

Los agentes patógenos pueden por su parte, adaptarse también a las plantas por lo que rompen su resistencia, esto lo pueden hacer gracias a la constante variabilidad que ocurre en las plantas por las mutaciones y las recombinaciones, y pueden formar tipos nuevos para los que, en las especies, no existen los convenientes genes de resistencia.

Cuando se busca resistencia contra factores abióticos, como problemas de altas o bajas temperaturas, problemas de suelos, etc. la relación entre el huésped y el agente patógeno depende de la temperatura y el agua ya que tienen fluctuaciones diarias y anuales de grandes magnitudes. Este tipo de resistencia no cambia genéticamente el agente causante, pues en las condiciones naturales, donde exista

la influencia constante de la selección natural, solamente se puede desarrollar los idiotipos que presentan resistencia a los agentes patógenos existentes.

El relativo equilibrio que existe entre el huésped y el agente patógeno en una población natural es roto por el hombre en el proceso de producción agrícola, pues por medio de la selección se obtiene variedades que presentan homocigosis en un alto porcentaje, y en las áreas de producción existen entonces, zonas extensas que van estar ocupadas por un solo idiotipo del huésped.

No obstante, el agente patógeno encuentra en esas áreas, las mismas condiciones que en las poblaciones naturales, y si aparece un gen de susceptibilidad va a encontrar un solo idiotipo, el cual es susceptible y estará grandemente expuesto a la enfermedad o a la plaga.

La mejora de la resistencia tiene la tarea de restablecer el equilibrio que se rompe en el proceso productivo existente entre el huésped y el agente patógeno en las condiciones naturales en una etapa superior del desarrollo y no permite que se produzcan grandes afectaciones por los agentes patógenos.

Igual propósito se persigue con el control químico de los agentes parasitarios, en el que, con los preparados tóxicos, se trata de mantener dentro de límites no peligrosos el agente patógeno. Sin embargo, este método de control tiene, con respecto a la resistencia, las siguientes dificultades: Provoca un alza en los costos de producción. Los productos químicos no tienen suficiente selectividad y así como a los agentes patógenos, afecta la microflora y la fauna, aun las beneficiosas para el hombre.

Los productos empleados para la lucha química son peligrosos para la salud de la población por sus efectos tóxicos además de los daños que causan y que no son apreciados de inmediato, pero que perjudican a largo plazo y puede afectar el ideotipo de las personas.

Por esto último, se comprende la gran importancia que tiene, la mejora de la resistencia para la conservación del ambiente. En el futuro, la combinación de la mejora genética de la resistencia con la lucha química, es lo que deberá emplearse en el control de las enfermedades y plagas (Rodríguez et al., 1981).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del experimento

El presente experimento se desarrolló en el municipio de Anáhuac N.L. en el terreno del señor Reynaldo González López, en el período comprendido del 30 de octubre del 2002 a Abril del 2003. Las coordenadas donde se encuentra situado son 27° 12' latitud norte y 100° 07' longitud oeste del meridiano de Greenwich a una altura de 188 msnm. El municipio de Anáhuac limita al norte con los Estados Unidos de América, Nuevo Laredo Tamaulipas, y con el municipio de Coahuila, al sur con los municipios de Lampazos de Naranjos, Bustamante, Villaldama, Sabinas, Nuevo León, y al Oeste con los municipios de Lampazos de Naranjos, y Sabinas, Coahuila al este con el municipio de Nuevo Laredo Tamaulipas (González et al., 1995).

3.2. Condiciones ambientales

García (1973) mencionó que el clima para el municipio de Anáhuac es caliente y árido; los meses más calurosos se presentan en junio, julio y agosto; la temperatura media anual es de 22 °C con fuertes variaciones; en invierno se registra una temperatura media de 8 °C. La precipitación media anual es en promedio de 375 .2 mm (Estación Camarón, Anáhuac, N. L.). El índice termo pluviométrico varía de 55.76 a 71.89 % con régimen de lluvias en los meses de julio, agosto y septiembre. La dirección de los vientos en general es de sureste a noroeste (www.portal.nl.gob.mx).

Anahúac cuenta con terrenos planos con escasas elevaciones montañosas. La zona plana abarca aproximadamente el 75% de la superficie de extensas praderas, continuación de las de Texas, diseminadas por el municipio, con vegetación de matorral mediano espinoso y áreas cultivadas. La zona semiplana comprende alrededor del 25 % de la superficie, localizada en el noroeste, sureste y suroeste de la cabecera municipal y corresponde a lomeríos de poca altura constituídos por las Lomas del Chino, el tipo de suelo es de los clasificados como vertisoles.

3.3. Equipos y herramientas Usados en el Experimento

Implementos agrícolas: Tractor, sembradora, rastra, bordeadora, aporcadora, cultivadora.

Herramientas y materiales: Azadón, cal, hilo de ixtle de color blanco, sacos de papel, estacas de 40cm, probeta graduada, flexómetro graduado en cm, báscula digital, bodega de almacenamiento, trilladora de cereales, machete, palas, herbicida 2,4-D amina.

3.4. Genotipos utilizados

En el presente trabajo de investigación se evaluaron 10 líneas avanzadas de avena derivadas de dos colecciones :1). Quaker Oats Nursery y 2) Universidad de Minnesota. Además se incluyeron tres genotipos comerciales Coker, Coronado, Tamo, y dos testigos regionales Saia y Cuauhtémoc.

En las Figuras 1 y 2 se muestra el proceso, seguido en el proceso de formación de las líneas avanzadas obtenidas de la Quaker Oats Nursery U.S.A. iniciado en diciembre de 1994 y de la Universidad de Minnesota, (USA) iniciando en el año 1996 (Treviño *et al.*, 1999-2000). En el cuadro 5 se describen los tratamientos utilizados en el experimento de avena.

MÉTODO GENEALÓGICO

(Generación de nuevas variedades de avena)

COLECTA DE MATERIALES INV.94-95

113 LINEAS DE SEGREGANTES F3 (C.JL. QUAKER OATS)



1º CICLO: SIEMBRA DE MATERIALES INV.94-95 MARÍN, N.L..

113 LINEAS SEGREGANTES F3 (COL. QUAKER OATS)



2º CICLO: DE SIEMBRA DE MATERIALES INV.95-96 MARÍN, N.L..

173 SELECCIONES INDIVIDUALES F4 (COL. QUAKER OATS)



3º CICLO: SIEMBRA DE MATERIALES VER.96 ARAMBERRI, N.L. y BACHINIVA CHIH.

110 SELECCIONES INDIVIDUALES LINEAS F5 (COL. QUAKER OATS)



4º CICLO: SIEMBRA DE MATERIALES INV.96-97 MARÍN, N.L. Y GRAL. TERÁN N.L.

50 SELECCIONES INDIVIDUALES LINEAS F6 (COL. QUAKER OATS)



5º CICLO: SIEMBRA DE MATERIALES INV.97-98 MARIN, N.L. Y GRAL TERAN, N.L..

15 LINEAS AVANZADAS F7 (COL. QUAKER OATS)



6º CICLO: SIEMBRA DE MATERIALES INV. 98-99 GRAL TERÁN, N.L..

4 LINEAS AVANZADAS F8



4 LINEAS AVANZADAS F9 EN PROCESO DE REGISTRO ANTE SNICS.

INCREMENTO PARA VENTA DE AGRICULTORES.

Figura 1. Método genealógico aplicado a los materiales segregantes (F₃) introducidos de la colección de la Quaker Oats Nursery EUA en diciembre de 1994 (Treviño et al., 1999-2000).

MÉTODO GENEALÓGICO

(Generación de nuevas variedades de avena)

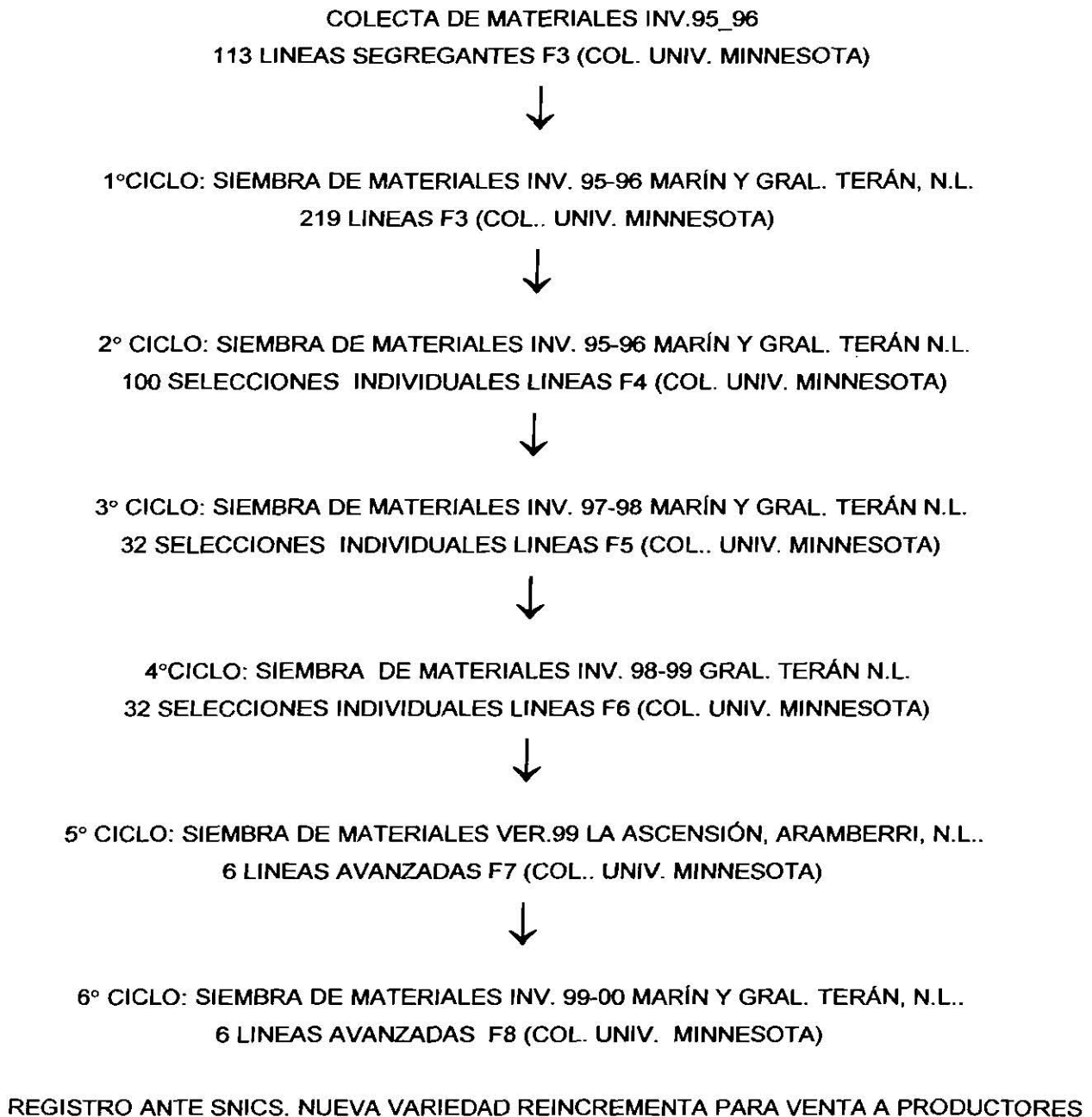


Figura 2. Método genealógico aplicado a los materiales segregantes (F3) introducidos en la colección de la Universidad de Minnesota EUA en 1996 (Treviño *et al.*, 1999-2000).

Cuadro 5. Genotipos utilizados en el experimento y su descripción

genotipo (tratamiento)	Descripción del genotipo
1	L-135 (1) FAUANL (F12) Q.O.N.
2	L-225 (2) FAUANL (F12) Q.O.N.
3	L-177 (2) FAUANL (F12) Q.O.N.
4	L-164 (2) FAUANL (F12) Q.O.N.
5	L-191 (1) FAUANL (F12) Q.O.N.
6	Coker variedad Comercial
7	Coronado variedad Comercial
8	L-138 (1) FAUANL (F10) M.N.
9	L-55 (1) FAUANL (F10) M.N.
10	Cuauhtémoc (testigo)
11	Saia (testigo)
12	Tamo variedad comercial
13	L-93 (2)) FAUANL (F10) M.N.
14	L-112 (1) FAUANL (F10) M.N.
15	L-124 (1) FAUANL (F10) M.N.

Q.O.N= Quaker oats nursery

M.N.=Minnesota

3.5. Siembra del experimento

La siembra se realizó en seco el 30 de octubre del 2002. Los quince genotipos de avena. Se distribuyeron bajo en diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones; la densidad de siembra fue de 80 kg ha^{-1} equivalentes a 3.2 g m^{-1} sembrados a chorrillo cargado.

3.6. Variables estudiadas

Altura de planta (cm) : Se usó un flexómetro, posteriormente se seleccionaron cinco plantas con competencia completa representativas de la población, sobre las cuales se hicieron las mediciones y se anotó el valor promedio plantas , se median de la base hasta la punta de la inflorescencia. Las plantas fueron evaluadas en el 50% +1 del total de la floración.

Número de tallos por planta: Para realizar este conteo, se seleccionaron cinco plantas con competencia completa representativas de la población; posteriormente se procedió a promediarse. El criterio usado para medir las plantas fue el mismo altura de planta.

Número de hojas: Se hizo en plantas que se encontraban en madurez fisiológica. Se elegía una planta al azar y sobre la cual se hacía el conteo de las hojas, que era desde la base hasta llegar al ápice de la planta, incluyendo en el conteo de la hoja bandera.

Tallos/ metro lineal: Se contaron todos los tallos que se encontraban en un metro sobre uno de los surcos centrales de la parcela experimental.

Rendimiento de forraje verde ($t \text{ ha}^{-1}$): Se midió en la madurez fisiológica en gramos , se cosechó las plantas de un metro lineal en el surco central de la parcela.

Las plantas se colocaron inmediatamente en una bolsa para obtener el peso en una balanza digital.

Rendimiento de forraje seco ($t\ ha^{-1}$): Esta variable se obtuvo de material cosechado, después de haberlo deshidratado completamente.

Rendimiento de grano ($t\ ha^{-1}$): Se utilizaron las muestras deshidratadas los granos después de haberse obtenidos el peso seco se prosiguió a trillar las muestras, para esto se empleó la trilladora de gramíneas y cereales eléctrica.

Longitud de la Inflorescencia (cm): La medición de esta variable se hizo en la madurez fisiológica, midiendo la distancia desde la hoja bandera hasta la punta de la panícula.

Peso de 1000 semillas (g): Esta variable se obtuvo al pesar una muestra de 1000 semillas las cuales se obtuvieron de la misma muestra en que se midió el rendimiento de grano.

Reacción a las royas: Para estimar el grado de reacción a las royas de hojas y tallos, las plantas fueron observadas desde el momento en que las condiciones ambientales favorecieron el desarrollo de los patógenos, se calculó el % de follaje dañado y la severidad de acuerdo a la escala utilizadas por Puente (2002).

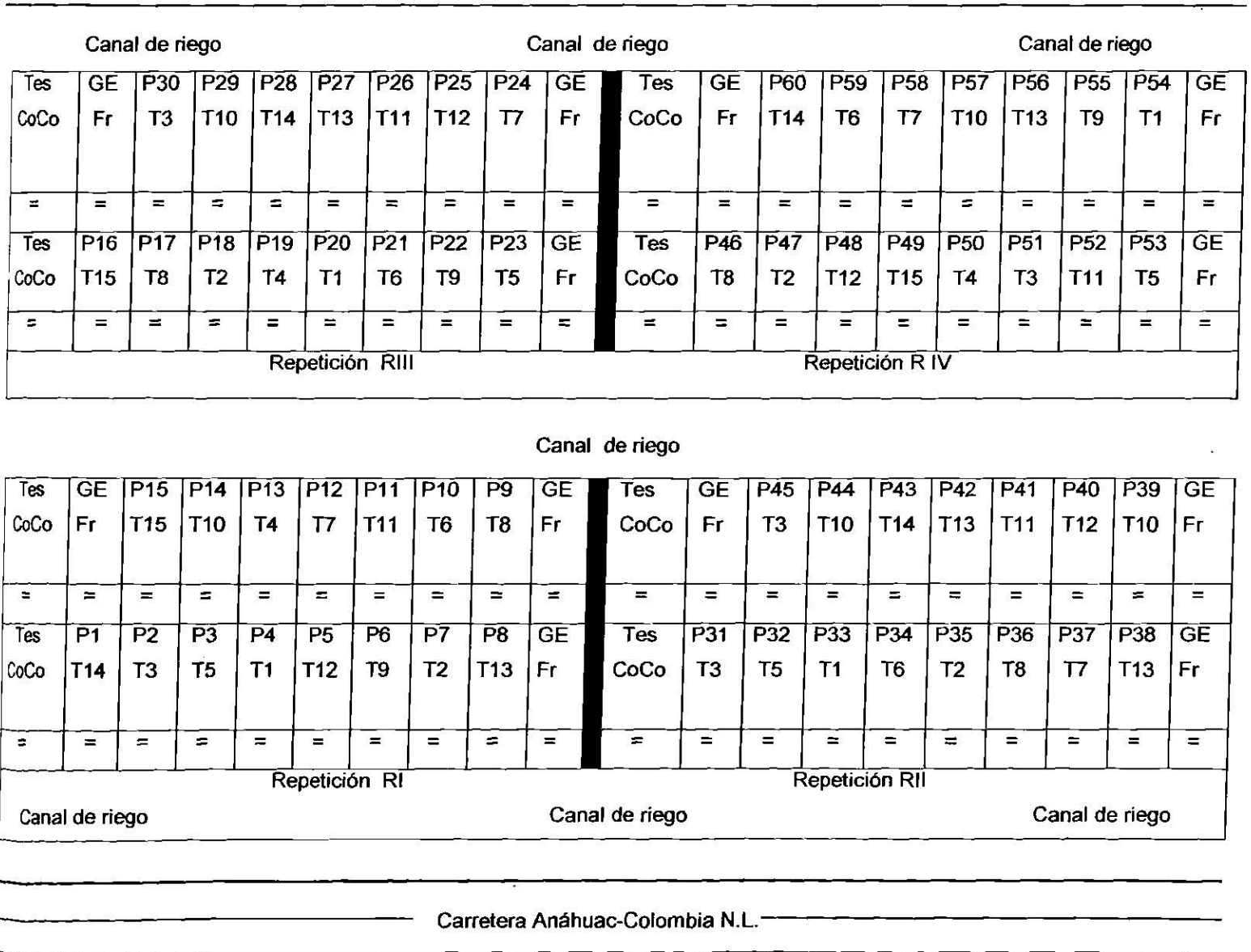
Para estimar la resistencia de campo, se consideraron cinco niveles los cuales describen el grado de resistencia o susceptibilidad a los hongos; 1) S indicando que es susceptible (Uredias grandes y generalmente con poca o ausencia de clorosis; no hay necrosis), 2) MS indicando que es moderadamente susceptible (Uredias de tamaño mediano y posiblemente rodeadas por áreas cloróticas), 3) MR indicando que es moderadamente resistente (Uredias pequeñas y rodeadas ya sea por áreas cloróticas o necróticas), 4) R indica que es resistente (clorosis o necrosis visibles; no hay uredias presentes y si las hay son muy pequeñas) y 5) Inmunidad que indica la ausencia de Uredias.

Días de Floración: Esta variable se estimó cuando más del 50 % de la población estaba las paniculas totalmente emergidas.

Las variables se analizaron utilizando el paquete de Olivares (1994); usando la técnica del análisis de varianza de acuerdo a un modelo de bloques completos al azar y se utilizó la prueba DMS para hacer la comparación de medias en casos en que el análisis de varianza indicó en aquellos casos que existían diferencias estadísticas con un nivel de significancia del 0.05 (5% de error computacional tipo 1).

3.7. Croquis del Experimento

Figura 3. Se muestra la ubicación de las parcelas y los genotipos en el terreno del propietario señor Reynaldo González López en el municipio de Anáhuac Nuevo León.



CoCo surcos de la variedad coronado, GE franja de protección de la variedad guelatao, M = melga, =parcela, T= tratamientos = callejón entre las parcelas, Tes. = testigo, Fr = franja de protección, dos surcos de la variedad coronado y tres surcos de la variedad guelatao como franja de protección.

Figura 3. Croquis del experimento de campo.

4. RESULTADOS

A continuación se describen los resultados por variable estudiada:

4. 1. Altura de Planta

En el cuadro 1A. Se observa que el análisis de varianza mostró una diferencia altamente significativa entre genotipos, por lo que se procedió a efectuar una comparación de medias, la que se muestra en el Cuadro 2A.

En el Cuadro 2A se puede observar que la L-124(1)FAUANL (F_{10}), L-112 (1) FAUANL (F_{10}), L-93 (2) FAUANL (F_{10}), T11 Saia testigo, L-155 (1) FAUANL (F_{10}) fueron los genotipos con valores que fluctuaron entre los 140.25 y 124.75 cm que mostraron una altura promedio mayor con respecto a las demás. Los tratamientos L-191 (1) FAUANL (F_{12}), T10 Cuauhtémoc testigo, L-164 (3) FAUANL (F_{12}), T6 Coker variedad comercial, L-135 (1) FAUANL (F_{12}), T12 (Tamo variedad comercial, T7 Coronado variedad comercial, y la L-225 (2) FAUANL (F_{12}), fueron el grupo estadísticamente menor con valores que fluctuaron entre los 115.25 y 99.25 cm.

4. 2. Tallos / metro lineal

Los resultados del análisis de varianza para esta variable se presentan en el cuadro 1A. Se observan diferencias significativas, por lo que se procedió a realizar una comparación de medias múltiple. Los resultados obtenidos de esta comparación se presentaron en el cuadro 5A; se observa una superioridad de la variedad Saia testigo con un promedio de 145.75 tallos por metro lineal; estadísticamente quienes fueron igual a L-135 y L-225 con 127 y 122.5 tallos, respectivamente. La variedad comercial Coker, L-138 (1) FAUANL (F_{10}), T10 Cuauhtémoc testigo, L-191 (1)

FAUANL (F₁₂), L-93(2) FAUANL (F₁₀) y L-55 (1) FAUANL (F₁₀) fueron estadísticamente iguales entre si y fueron los genotipos con el menor promedio.

4. 3. Rendimiento de forraje verde (t ha⁻¹)

Se realizo un análisis de varianza en el que encontró que existe diferencia significativa entre genotipos.

La comparación múltiple de medias se puede apreciar en el Cuadro 6A, donde se puede observar que la L-124 (1) FAUANL (F₁₀) con un promedio 53.8 t ha⁻¹, y la línea L-112 (1) FAUANL (F₁₀) con un promedio 47.16 t ha⁻¹, fueron los mejores promedios y no exhibieron diferencia significativa entre ellas. Los tratamientos con los más bajos rendimientos promedios y que no mostraron significancia entre ellos fueron L-177 (2)FAUANL(F₁₂) con 33.98 t ha⁻¹, L-225(2)FAUANL(F₁₂) con 33.46 t ha⁻¹, Coker variedad comercial 31.78 t ha⁻¹, Saia testigo 28.76 t ha⁻¹, Tamo variedad comercial 27.88 t ha⁻¹, Coronado variedad comercial 25.64 t ha⁻¹, Cuauhtémoc Testigo 22.45 t ha⁻¹.

4. 4. Rendimiento de forraje seco (t ha⁻¹)

Después de realizar el análisis de varianza se encontró diferencia altamente significativa entre los efectos medio de los tratamientos. Por lo tanto se hace una comparación de medias la cual se muestra en el cuadro 7A. Los DMS obtenidos indica que los genotipos resultados: L-124 (1) FAUANL (F₁₀) con un promedio de 10.35 t ha⁻¹ y la línea L-112(1) FAUANL (F₁₀) con 9.06 t ha⁻¹ tuvieron los promedios mas altos no difieren estadísticamente. También puede observarse que los genotipos que tuvieron de los promedios más bajos fueron Coronado variedad comercial con 4.93 t ha⁻¹ y Cuauhtemoc testigo con 4.31 t ha⁻¹.

4. 5. Longitud de la inflorescencia

El análisis de varianza efectuado defectó significancia estadística, por lo que se realizo la comparación múltiple de medias Cuadro 8A, encontrándose que las mayores longitudes de inflorescencia fueron producidos por los genotipos L-112(1)FAUANL(F₁₀), con un valor de 32.7 cm, L-93(2)FAUANL(F₁₀) con 30 cm, L-177(2) FAUANL(F₁₂) con 29.75cm, y L-124 (1)FAUANL(F₁₀) con 28cm.

Además se puede decir que los tratamientos que tuvieron una menor longitud de inflorescencia fueron las Líneas L-164(2)FAUANL(F₁₂), con 24.25 cm, Cuauhtémoc testigo con 24cm, Tamo variedad comercial con 23.50 cm, Coronado variedad comercial con 23 cm, al igual que la L-55(1)FAUANL (F₁₀), con el mismo valor de 23 cm, la línea L-191(1) FAUANL(F₁₀) con 20.75 cm, L-225(2)FAUANL(F₁₂) con19.75cm, L-135(1)FAUANL(F₁₀) con 19.50 cm, y la variedad Saia testigo con el menor promedio de longitud de inflorescencia con 18.75 cm.

4. 6. Peso de mil semillas

Con respecto a esta variable, después de realizar el análisis de varianza, se concluye que existe diferencia altamente significativa entre el efecto medio de los tratamientos, la cual se realizó una comparación múltiples de medias. En el Cuadro 10A se muestran que los valores mayores fueron alcanzados por la líneas Coronado variedad comercial que promedio 34.50 g, L-191(1)FAUANL(F₁₂) con un valor de 33.75 g, L-164(2) FAUANL(F₁₂) con 32 gr, L-177(2)FAUANL(F₁₂) con 31.25 g, al igual que la línea L-135(1) FAUANL(F₁₀), con el mismo valor promedio y la variedad Coker comercial con promedio de 30.25 g. Sin tener diferencia significativa entre ellos. La línea que obtuvo el menor rendimiento fue la variedad Saia Testigo con 14.75 g.

4. 7. Rendimiento de grano (t ha⁻¹)

Para esta variable se encontró diferencia significativa, se realizó la comparación de medias y sus resultados están en el Cuadro 9A del apéndice, donde se observó que los promedios mayores fueron para los genotipos L-164(2) FAUANL (F₁₂) con 1.51 t ha⁻¹, L-124 (1) FAUANL (F₁₀) con 1.48 t ha⁻¹, siguiéndole la línea L-191(1) FAUANL(F₁₂) con 1.40 t ha⁻¹, L-135(1) FAUANL(F₁₀) con 1.16 t ha⁻¹ y la L-225(2) FAUANL(F₁₂) con un valor de 1.16 t ha⁻¹.

4. 8. Días de floración (días)

Según el análisis de varianza, se encontró alta significancia estadística, en la comparación de medias aparece en el Cuadro 11A del apéndice donde se aprecia que los mayores valores fueron alcanzados por el genotipo L-138 (1) FAUANL (F₁₀) con 104 días de floración; por otro lado, los valores más bajos fueron alcanzados por la línea L-135 (1) FAUANL (F₁₀) con 70 días.

4. 9. Reacción a las royas

Para esta variable, las líneas más sobresalientes fueron: L-112(1)FAUANL (F₁₀), L-93 (2)FAUANL(F₁₀), L-55(1) FAUANL (F₁₀) y la variedad Saia, ya que todas ellas reportaron inmunidad a las dos royas que afectan a la avena. Estos resultados son bastante sobresalientes, pues estos materiales genéticos pueden convertirse en fuentes de resistencias genéticas a las royas, como progenitores en futuros trabajos de hibridación. Lo anterior se puede comprobar en el Cuadro 6 donde se observan los resultados obtenidos en base a observaciones minuciosas para identificar la reacción y el daño ocasionados por las royas de la hoja y del tallo.

Otras líneas sobresalientes como la L-138 (1) FAUANL (F₁₀), L-93(2) FAUANL(F₁₀), L-124(1) FAUANL (F₁₀¹), y L-112(1) FAUANL(F₁₀), se presento una reacción de inmunidad . Estos resultados concuerdan con los publicados por Treviño et al. (1999-2000) donde estas mismas líneas tienen una idéntica reacción a la roya de la hoja, en una investigación desarrollada en el Campo Agrícola experimental de la FAUANL, en la Ascensión, Aramberri, Nuevo León durante el verano de 1999.

Cuadro 6. Niveles de resistencia y el grado de susceptibilidad registrados, al ataque de las royas en las líneas avanzadas y materiales testigo.

Genotipos	Daño y reacción a roya (%) de la hoja <u>Puccinia coronata</u>	Daño y reacción a la roya (%) del tallo <u>Puccinia graminis avenae</u>
L-135 (1) FAUANL (F ₁₂) Q.O.N.	20 MR	20 MR
L-225 (2) FAUANL (F ₁₂) Q.O.N.	20MR-MS	20MR-MS
L-177 (2) FAUANL (F ₁₂) Q.O.N.	20MS	20 MS
L-164 (3) FAUANL (F ₁₂) Q.O.N	5R	10 R
L-191 (1) FAUANL (F ₁₂) Q.O.N	10R	10R
Coker variedad Comercial	20MR-R	20 MS
Coronado variedad Comercial	60S	20 MR- MS
L-138 (1) FAUANL (F ₁₀) M.N.	Inmune	5R
L-55 (1) FAUANL (F ₁₀) M.N.	Inmune	Inmune
Cuauhtémoc (testigo)	60 S	60S
Saia (testigo)	Inmune	Inmune
Tamo variedad comercial	20 MR-R	20R
L-93 (2)) FAUANL (F ₁₀) M.N.	Inmune	Inmune
L-112 (1) FAUANL (F ₁₀) M.N.	Inmune	Inmune
L-124 (1) FAUANL (F ₁₀) M.N.	Inmune	20 MR

Las variedades Saia y Cuauhtémoc fueron los testigos regionales (T1, T2).

Observación.- Las reacciones a la roya R= Resistentes, S= Susceptibles, MR= Moderadamente resistente, MS= Moderadamente, susceptible e Inmune = No existió ninguna reacción al patógeno, aunque este se encontraba presente en el ambiente, y en las combinaciones 20 MR-R indica que el 50% de la población mostró ser MR y 50% R y sólo un 20 % de la superficie de cada hoja presentó reacción al patógeno.

5. DISCUSIÓN

5.1. Altura de Planta

Los resultados de esta variable, para los genotipos estudiados son más bajos en comparación que los reportados por la casa comercial productora de semilla en Chihuahua llamada Semillas Purasangre (1995) que reportó a la variedad Cuauhtémoc como la más alta con una altura de 150 cm. en el presente estudio la línea que alcanzo la mayor altura fue L-124 (1) FAUANL (F_{10}) con 140.25 cm, esta diferencia puede ser debido entre otras cosas, a que los materiales en Anáhuac, N.L. no fueron fertilizados, mientras que los materiales en Chihuahua comúnmente son fertilizados. Además si se compara este resultado con los obtenidos por Puente, (2002) en Marín N. L. en un trabajo con líneas mejoradas de avena y variedades testigo; la L-112(1) FAUANL (F_9) alcanzó una altura de 158 cm.

5. 2. Tallos / metro lineal

Para esta variable los mayores valores fueron alcanzados por la variedad Saia con 145.75 tallos / metro lineal; sin embargo, estos resultados están muy por debajo de los obtenidos por Puente (2002), donde también con la variedad Saia en una segunda fecha de siembra (8 de Diciembre) alcanzó un total de 198.75 tallos / metro lineal.

5. 3. Rendimiento de forraje verde ($t\ ha^{-1}$)

Para esta variable los mayores valores fueron alcanzados por las líneas 124(1) FAUANL (F_{10}) y L-112(1) FAUANL(F_{10}) que alcanzaron 53.8 y 47.16 $t\ ha^{-1}$ respectivamente; estos resultados son bastante buenos en comparación con los obtenidos por Rojas (1976) en General Escobedo N.L. en 1973, quien trabajando con fechas de siembra, obtuvo los mejores rendimientos con la fecha del 1 de

noviembre, alcanzando un RFV de 39.019 t ha⁻¹ . Comparando los resultados del presente trabajo con lo de Rojas (1976) la diferencia puede ser debido a que las líneas del presente estudio son inmunes o altamente resistentes al ataque de las royas del tallo y de la hoja en comparación con las variedades manejadas por el autor antes mencionado (Opalo, Chihuahua, AB-177 Cuauhtemoc, etc.) los cuales presentan daños ocasionados por roya de la hoja. Otra causal de la diferencia puede deberse a que el presente experimento se estableció en el mes de octubre del 2002; y se tiene establecido que al sembrar la avena temprano, favorece para que los materiales estén en una fase avanzada de madurez para principios del mes de febrero, lo cual reduce la sensibilidad de los materiales a las altas incidencias del patógeno. Los resultados de estas líneas avanzadas demuestran ser ampliamente superiores a los obtenidos por las variedades comerciales: Saia con 36.46 t ha⁻¹ Cuauhtemoc con 31.47 t ha⁻¹ y Juchitepec con 30.22 t ha⁻¹, las cuales fueron evaluadas en el invierno de 1994-1995 en Marín, N. L. (Treviño *et al.*, 1995).

Otro trabajo de investigación desarrollado por Treviño *et al.* (1998a) en el invierno de 1997-1998 en General Terán, N.L, demostró que las líneas avanzadas volvieron a ser superiores en RFV a las variedades comerciales regionales; la línea L-138 (1) FAUANL (F₅) obtuvo 45.17 t ha⁻¹ seguida por L -164(3) FAUANL (F₇) con 43.98 t ha⁻¹ y L -177(2) FAUANL con 41.8 t ha⁻¹. Cabe aclarar que la línea 138(1) FAUANL es de la misma procedencia que las líneas superiores del presente estudio, que es la Universidad de Minnesota EUA.

5. 4. Rendimiento de forraje seco (t ha⁻¹)

Para esta variable los mayores valores numéricos fueron alcanzados por las líneas 124(1) FAUANAL (F₁₀) y la L-112 (1) FAUANL(F₁₀) con 10.35 y 9.06 t ha⁻¹ , respectivamente; sin embargo, estos resultados son inferiores a los publicados por Treviño (1998a) quien presento a la línea 138 (1) FAUANL resultó ser la mejor de un estudio realizado en General Terán en invierno 1997-1998. Sin embargo los

resultados obtenidos para el rendimiento de forraje seco que sigue siendo altos con materiales de precedencia de la Universidad de Minnesota, EUA.

5. 5. Longitud de la inflorescencia

Para esta variable los mayores valores promedio fueron alcanzados por la L-112(1)FAUANL(F₁₀) con 32.75 cm, seguida por la L-93(2)FAUANL(F₁₀) con 30.0 cm, la L-177(2)FAUANL con 29.75 cm y la L-124(1) FAUANL(F₁₀) con 28 cm. Sin embargo, estos valores son inferiores en longitud de inflorescencia a los alcanzados por Puente (2002), donde la L-112 (1)FAUANL(F₉) alcanzó 39.25 cm y la L-93(2)FAUANL(F₉) alcanzo 38.25 cm; el anterior resultado probablemente se deba a un efecto de ambiente que se puede dar al sembrar en diferentes localidades.

5. 6. Peso de mil semillas

Para esta variable los mayores valore fueron alcanzados por la variedad comercial Coronado 34.5 g, seguida por la L-191(1)FAUANL(F₁₂) que alcanzo 33.75 g, Estos resultados son muy superiores a los alcanzados por Puente (2002), quien también trabajando con líneas avanzadas y seleccionadas de la FAUANL, alcanzó un peso de mil semillas de 26.37 g, con la L-124(1)FAUANL(F₉) .

5. 7. Rendimiento de grano.

Para esta variable, los mayores valores promedio fueron alcanzados por la L-164(2)FAUANL(F₁₂) con un rendimiento de 1.51 t ha⁻¹, seguida por la L-124(1)FAUANL(F₁₀) con 1.48 t ha⁻¹, L-191(1)FAUANL(F₁₂) con 1.40 t ha⁻¹, L-135(1)FAUANL(F₁₂) con 1.16 t ha⁻¹, y L-225 (2)FAUANL (F₁₂) con 1.16 t ha⁻¹.

Los resultados anteriores son bastantes promisorios tomando en cuenta los valores reportados de un manual descriptivo de variedades comerciales de avena en el estado de Chihuahua, presenta a la variedad Papigochi como la de mayor rendimiento de grano con 2.85 t ha⁻¹ (Semillas Pura Sangre 1995).

En un trabajo realizado por Puente (2002) utilizando las líneas avanzadas de avena de la FAUANL, encontró que la L- 135(1) FAUANL(F₁₁) obtuvo un rendimiento de 2.22 t ha⁻¹ que es superior al encontrado en el presente estudio; sin embargo es de mencionarse que la líneas 135 y 164 son de la misma colección de la Quaker Oats Nursery, EUA.

5. 8. Días de floración

Para esta variable, la línea L-135(1) FAUANL(F₁₂) fue la más precoz, con 70 días a floración, mientras que la más tardía fue la L-138(1) FAUANL (F₁₀). Es de suma importancia este dato ya que el ganadero y el productor requieren de forraje en períodos de sequías como es entre noviembre y febrero, pues en estas que en estas épocas se escasea el forraje, por los que los cultivos forrajeros deben de ser de rápido crecimiento, para su aprovechamiento; es ahí la enorme importancia que tienen las avenas forrajeras precoces con resistencia a la roya de la hoja y del tallo así como con altos rendimientos .

Lo anterior se comprueba con lo establecido por el manual de variedades mexicanas de avena que marca de una manera fundamental el tiempo a floración y el tiempo a madurez de avena para forraje y avena para granos (Semillas Pura sangre, 1995).

5. 9. Reacción a la roya

Los resultados del análisis de esta variable concuerdan con los publicados por Treviño et al. (1999-2000) quienes mostraron que estas mismas líneas tienen una idéntica reacción a la roya de la hoja en una investigación desarrollada en el Campo Agrícola Experimental de la FAUANL, en la Ascensión, Aramberri, Nuevo León durante el verano de 1999.

6. CONCLUSIONES.

- 1.- Las mejores líneas avanzadas de avena por su alto potencial de rendimiento de forraje y con resistencia e inmunidad a las royas de la hoja y del tallo fueron: L-55 (1) FAUANL (F₁₀), Saia (testigo), L-93 (2) FAUANL (F₁₀), L-112 (1) FAUANL (F₁₀), L-124 (1) FAUANL (F₁₀).
- 2.- Se identificó el grado de resistencia en las líneas avanzadas seleccionadas y los materiales testigos bajo estudio, al ataque de las royas de la hoja y del tallo donde las líneas sobresalientes fueron: L-124 (1)FAUANL(F₁₀) L-112 (1) FAUANL (F₁₀) todas ellas con reacción de inmunidad a la roya de la hoja y la mayoría también inmunes a la roya del tallo.
- 3.- Los genotipos de avena evaluadas presentaron diferencias estadísticas significativas para las variables: altura de planta, número de tallos/ metro lineal, rendimiento de forraje verde, rendimiento de forraje seco, longitud de inflorescencia, rendimiento de grano, peso de mil semillas y días de floración.
- 4.- La L-164 (2) FAUANL (F₁₂) fue la mas sobresaliente, y la línea L-124 (1) FAUANL (F₁₀) y la L-112(1) FAUANL (F₁₀) fue la más sobresaliente en Rendimiento de forraje verde y seco.

7. RECOMENDACIONES

- 1.- Se recomienda que se realicen mas experimentos probando en los diferentes Municipios de Nuevo León en donde existan climas mas secos para encontrar líneas sobresalientes y resistentes al patógeno.

- 2.- Probar las líneas mas sobresalientes de este estudio en más ambiente de producción para conocer su comportamiento en los diferentes condiciones climáticas y edáficas del país.

- 3.-Que se desarrollen líneas avanzadas en forma continua para crear nuevas variedades que presenten resistencias a los patógenos.

- 4.- Se recomienda investigar sobre hospedero alternos que favorecen la diseminación de los patógenos.

- 5.- Investigar a fondo nuevas razas específicas del patógeno que atacan al cultivo de la avena en la región.

- 6.- Realizar hibridación entre diversas fuentes de resistencia a las royas de la hoja y del tallo en avena, para la creación de nuevas variedades.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, N.G. 1985. Fitopatología. Editorial LIMUSA. S.A. de C.V, México D.F. pp. 201-413-419.
- Allard, W. R. 1975. Principios de la mejora genética de las plantas. 2ª edición Omega, S.A pp. 63, 64.
- Aragón, P.L. 1995, Factibilidades agrícolas y forestales en la República Mexicana. Editorial Trillas S.A. de C.V. pp. 25-26.
- Brauer, H.O. 1980. Fitogenética aplicada. LIMUSA México. S.A. pp. 424, 430.
- Chávez, A. J. L. 1990, Mejoramiento de plantas. Editorial Trillas. S.A. de C.V. pp. 25, 30, 69, 71.
- Díaz, A. P. 1953. Cereales en primavera. primera edición 1953. 240p.
- De la Garza, G. J. L. 1996, Fitopatología general, Universidad Autónoma de Nuevo León , Facultad de Agronomía. Marín N.L. pp. 213-248.
- García E. 1973.Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de köppen. Instituto de Geografía. U.N.A.M. México, D. F. p. 151.
- González C.L. 1985. Introducción a la fitopatología. primera edición capitulolIII pp. 16-18
- González et al. 1995, La nueva historia de Nuevo León. Ediciones castillos, S.A.de C.V. pp. 154-156
- León, G. H, y B. G. Cumminis 1981. Uredinales (Royas) de México volumen Edición original septiembre 1981. pp. 10,11.
- López, T.M. 1995. Fitomejoramiento. Editorial Trillas, S.A de C.V. Primera edición pp.53,63.

- Muñoz. Ch. O. 1990. Evaluación de la Producción de un Cultivo de Avena forrajera (*Avena sativa* L.) Var. Cúauhtémoc y Chihuahua bajo diferentes dosis de Fertilización en la zona de Marín N.L. México pp. 1,2.
- Olivares, S.E. 1994. Paquete Computacional de diseños experimentales. U.A.N.L. Facultad de Agronomía. Marín N.L. México. s.p.
- Puente G. A. N. 2002. Evaluación de las respuesta de 10 líneas avanzadas y dos testigos regionales de Avena (*Avena sativa* L.) en dos fechas de siembra, A la Roya de la hoja (*Puccinia coronata*) y del tallo (*Puccinia graminis* f sp *avenae* Pers.). pp. 6-22.
- Poehlman .J.M. 1971. Mejoramiento general de las cosechas. Editorial LIMUSA-WILEY S.A. México pp.157-167.
- Reyes, C. P. 1983. Fitogenotecnia básica y aplicada. edición preliminar 1983, Monterrey N.L. México, 451p.
- Rodriguez F. C., J. P. Ponce y A. Fuchs. 1981.Genética y mejoramiento de las plantas. pp. 392-394.
- Robles S. R. 1978. Producción de granos y forrajes. 2ª. edición. Editorial LIMUSA, S.A. de C. V. México., D. F. pp. 267-282.
- Robles. S. R. 1986. Genética elemental y fitomejoramiento práctico. Editorial LIMUSA , 391p.
- Romero, C.S. 1993, Hongos fitopatógenos, primera reimpresión en español, impreso en México pp. 238-249.
- Rojas, G.R. 1976. Prueba de cinco fechas de siembra en el rendimiento y efecto del ataque de las royas en ocho variedades comerciales de avena forrajera. Tesis para obtener título de ingeniero Agrónomo. U.A.N.L. Facultad de Agronomía . Marín Nuevo León México. .
- Semillas Purasangre, 1995. Variedades Mexicanas de Avena. Diseño grafico. Chihuahua, Chih. México. p30.

THE YEAR BOOK OF AGRICULTURE, 1965, Enfermedades de las plantas.
Editorial Herrero S. A. segunda edición impreso en México pp. 385-387.

Treviño R. J. E; F. Zavala G.; E. Cárdenas C., C. G. S. Valdés L.; J. L. de la Garza G. y J. J. Salmerón Z. 1999-2000. Evaluación de doce líneas y tres testigos regionales de avena (Avena sativa L.) para detectar resistencia a la roya de la corona (Puccinia coronata Cda.) en la Ascensión, Aramberri N.L. Avances de Investigación. Centro de investigaciones Agropecuarias. U.A.N.L. Facultad de Agronomía. Marín N.L. México. pp. 134-135.

Treviño R. J. E.; F. Zavala G.; Cárdenas C., C. G. S. Valdés L.; J. L. de la Garza G. y J. J. Salmerón Z. 1998. Evaluación de diecisiete variedades comerciales y cinco líneas avanzadas de avena (Avena sativa L.) para resistencia a la roya de la corona (Puccinia coronata Cda.) en General Terán Nuevo León, Avances de Investigación. Centro de investigaciones Agropecuarias. U.A.N.L. Facultad de Agronomía. Marín Nuevo León. México .pp. 51-53.

9. APÉNDICE

Cuadro 1A. Concentrado de los análisis de varianza de las variables agronómicas estudiadas. Experimento de 10 líneas avanzadas, dos testigos regionales y tres variedades comerciales de avena forrajera, para detectar resistencia a la roya del tallos y de la hoja en el municipio de anáhuac N.L. Ciclo invierno de 2002-2003.

F.V.	Altura de planta			No. de Tallos/ Planta			No. de Hojas		
	C.M.	F	P.>F.	C.M.	F.	P.>F.	C.M.	F.	P.>F.
Genotipos	636.16	4.97	0.000 **	2.26	0.81	0.64 N.S.	1.72	1.15	0.341 N.S.
Bloques	501.43	3.92	0.015*	13.70	4.95	0.005	5.43	3.65	0.019 N.S.
Error	127.86			2.76			1.48		
C.V.	9.58%			19.99%			18.90%		

Cuadro 1A. Continuación.....

F.V.	Tallos/ metro lineal			R. de forraje verde			R. forraje seco		
	C.M.	F.	P.>F.	C.M.	F.	P.>F	C.M.	F.	P.>F.
Genotipos	1722.83	6.16	0.000 **	431272.56	3.66	0.001*	16579.78	4.29	0.000**
Bloques	1645.18	5.88	0.002	879338.68	7.47	0.001	39544.66	10.23	0.000**
Error	279.46			117560.0			3861.92		
C.V.	16.30%			23.91%			22.28%		

Cuadro 1A. Continuación.....

	R. de grano			L. de la inflorescencia			Peso de mil semillas			Días de floración		
F.V.	C.M.	F.	P>.F.	C.M.	F.	P.>F.	C.M.	F.	P.>F	C.M.	F.	P.>F.
Genotipos	957.55	5.35	0.000 **	69.17	3.69	0.001*	105.68	8.10	0.000 **	297.40	852.27	0.00**
Bloques	505.73	2.82	0.049	26.60	1.42	0.249	21.26	0.195		0.44	1.28	0.292
Error	178.78			18.70			13.03			0.34		
C.V.	36.87%			17.56%			13.15%			0.64%		

Los valores de la tabla corresponden a los cuadrados medio estadístico de pruebas.

C.V. coeficiente de variación en %

N.S. No significativo

* Significativo (.01 < p < .05)

** Altamente significativo (p < .01)

Cuadro 2A. Comparación de medias para la variable altura de planta (cm).

GENOTIPO	MEDIA (cm)
15 L-124 (1) FAUANL (F ₁₀)	140.25 A
14 L-112 (1) FAUANL (F ₁₀)	137.00 A
13 L-93 (2) FAUANL (F ₁₀)	135.00 A B
11 Saia TESTIGO	125.50 A B C
9 L-55 (1) FAUANL (F ₁₀)	124.75 A B C
8 L-138 (1) FAUANL (F ₁₀)	119.75 B C D
3 L-177 (2) FAUANL (F ₁₂)	119.75 B C D
5 L-191 (1) FAUANL (F ₁₂)	115.25 C D E
10 Cuauhtemoc TESTIGO	114.75 C D E
4 L-164 (2) FAUANL (F ₁₂)	113.50 C D E
6 Coker variedad comercial	111.25 C D E
1 L-135 (1) FAUANL (F ₁₂)	105.25 D E
12 Tamo variedad comercial	105.00 D E
7 Coronado variedad comercial	103.75 D E
2 L-225(2) FAUANL (F ₁₂)	99.25 E

Nivel de significancia = 0.05 = α

DMS = 16.1598

Cuadro 3A. Medias sin significancia estadística, para la variable número de tallos / metro lineal.

GENOTIPO	MEDIA
1 L-135 (1) FAUANL (F ₁₂)	8.25
2 L-225 (2) FAUANL (F ₁₂)	8.25
3 L-177 (2) FAUANL (F ₁₂)	7.75
4 L-164 (2) FAUANL (F ₁₂)	9.50
5 L-191 (1) FAUANL (F ₁₂)	8.00
6 Coker variedad comercial	7.00
7 Coronado variedad comercial	8.75
8 L-138 (1) FAUANL (F ₁₀)	9.25
9 L-55 (1) FAUANL (F ₁₀)	7.75
10 Cuauhtémoc TESTIGO	7.75
11 Saia TESTIGO	9.00
12 Tamo variedad comercial	7.25
13 L-93 (2) FAUANL (F ₁₀)	8.75
14 L-112 (1) FAUANL (F ₁₀)	8.25
15 L-124 (1) FAUANL (F ₁₀)	9.25

Cuadro 4A. Medias sin significancia estadística, para la variable número de hojas/planta.

GENOTIPO	MEDIA
1 L-135 (1) FAUANL (F ₁₀)	6.25
2 L-225 (2) FAUANL (F ₁₂)	6.25
3 L-177 (2) FAUANL (F ₁₂)	7.75
4 L-164 (2) FAUANL (F ₁₂)	6.75
5 L-191 (1) FAUANL (F ₁₂)	6.25
6 Coker variedad comercial	5.75
7 Coronado variedad comercial	7.00
8 L-138 (1) FAUANL (F ₁₀)	7.75
9 L-55 (1) FAUANL (F ₁₀)	6.50
10 Cuauhtémoc TESTIGO	6.50
11 Saia TESTIGO	6.00
12 Tamo variedad comercial	5.75
13 L-193 (2) FAUANL (F ₁₀)	5.50
14 L-112 (1) FAUANL (F ₁₀)	6.50
15 L-124 (1) FAUANL (F ₁₀)	6.25

Cuadro 5A. Comparación de medias para la variable número de tallos / metro lineal

GENOTIPO	MEDIA
11 Saia TESTIGO	145.7 A
1 L135 (1)FAUANL (F10)	127.0 A B
2 L-225 (2) FAUANL (F12)	122.5 A B C
15 L-124(1) FAUANL(F10)	119.2 B C D
4 L-164 (2) FAUANL (F12)	116.0 B C D E
12 Tamo variedad comercial	111.7 B C D E F
7 Coronado variedad comercial	100.2 C D E F G
3 L-177 (2) FAUANL (F12)	99.7 C D E F G
14 L-112 (1) FAUANL (F10)	97.7 D E F G
6 Coker variedad comercial	95 E F G H
8 L-138 (1) FAUANL (F10)	88.7 F G H
10 Cuauhtémoc TES TIGO	84.0 G H
5 L-191 (1) FAUANL (F12)	79.7 G H
13 L-93 (2) FAUANL (F10)	78.0 G H
9 L-55 (1) FAUANL (F10)	73.0 H

Nivel de significancia= 0.05

DMS = 23.8901

Cuadro 6A. Comparación de medias para la variables rendimiento de forraje verde (t ha⁻¹).

GENOTIPO	(t ha ⁻¹)
15 L-124 (1) FAUANL (F10)	53.8 A
14 L-112 (1) FAUANL (F10)	47.16 A B
9 L-55 (1) FAUANL (F10)	40.85 B C
1L-135 (1) FAUANL (F10)	40.71 B C
4 L-164 (2) FAUANL (F12)	39.12 BC D
5 L-191 (1) FAUANL (F12)	38.83 BC D
13 L93 (2) FAUANL (F10)	37.00 BC D E
8 L-138 (1) FAUANL (F10)	36.29 BC D E
3 L-177 (2) FAUANL (F12)	33.98 C D E F
2 L-225 (2) FAUANL (F12)	33.46 C D E F
6 Coker variedad comercial	31.78 C D E F
11 Saia TESTIGO	28.76 C D E F
12 Tamo variedad comercial	27.88 DEF
7 Coronado variedad comercial	25.64 EF
10 Cuauhtémoc TESTIGO	22.45 F

Nivel de significancia = 0.05 = α = 5%

DMS = 489.9891

Cuadro 7A. Comparación de medias para las variables rendimiento de forraje seco por parcela y hectárea ($t\ ha^{-1}$).

GENOTIPO	($t\ ha^{-1}$)
15 L-124 (1) FAUANL (F10)	10.35 A
14 L-112 (1) FAUANL (F10)	9.068 A B
8 L-138 (1) FAUANL (F10)	8.081 B C
1 L-135 (1) FAUANL (F10)	7.893 B C
9 L-55 (1) FAUANL (F10)	7.856 B C
4 L-164 (2) FAUANL (F12)	7.525 B C D
5 L-191 (1) FAUANL (F12)	7.468 B C D
13 L-93 (2) FAUANL (F10)	7.118 B C D E
3 L-177 (2) FAUANL (F12)	6.5 C D E F
2 L-225 (2) FAUANL (F12)	6.43 C D E F
6 Coker variedad comercial	6.112 C D E F
11 Saia TESTIGO	5.53 D E F
12 Tamo variedad comercial	5.39 D E F
7 Coronado variedad comercial	4.93 E F
10 Cuauhtémoc TESTIGO	4.31 F

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 88.8094

Cuadro 8A. Comparación de medias para la variable longitud de inflorescencia (cm).

GENOTIPO	MEDIA (cm)	
14 L-112 (1) FAUANL (F ₁₀)	32.7	A
13 L-93 (2) FAUANL(F ₁₀)	30.0	A B
3 L-177 (2) FAUANL (F ₁₂)	29.7	A B
15 L-124 (1) FAUANL (F ₁₀)	28.0	A B C
8 L-138 (1) FAUANL (F ₁₀)	26.5	B C D
6 Coker variedad comercial	25.5	B C D E
4 L-164 (2) FAUANL (F ₁₂)	24.2	B C D E F
10 Cuauhtémoc TESTIGO	24.0	B C D E F
12 Tamo variedad comercial	23.5	C D E F
7 Coronado variedad comercial	23.0	C D E F
9 L-55 (1) FAUANL (F ₁₀)	23.0	C D E F
5 L-191 (1) FAUANL (F ₁₂)	20.7	D E F
2 L-225 (2) FAUANL (F ₁₂)	19.7	E F
1L-135 (1) FAUANL (F ₁₀)	19.5	E F
11 Saia TESTIGO	18.7	F

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 6.1810

Cuadro 9A. Comparación de medias para la variable rendimiento de grano ($t\ ha^{-1}$).

GENOTIPO	($t\ ha^{-1}$)
4 L-164 (2) FAUANL (F12)	1.518 A
15 L-124(1) FAUANL (F10)	1.481 A
5 L-191 (1) FAUANL (F12)	1.406 A B
1 L-135 (1) FAUANL (F10)	1.168 A BC
2 L-225 (2) FAUANL (F12)	1.162 A BC
6 Coker variedad comercial	0.993 BCD
7 Coronado variedad comercial	0.975 BCD
3 I-177 (2) FAUANL (F12)	0.956 BCDE
12 Tamo variedad comercial	0.831 CDEF
13 L-93 (2) FAUANL (F10)	0.662 DEFG
14 L-112 (1) FAUANL (F10)	0.625 DEFG
9 L-55 (1) FAUANL (F10)	0.575 DEFG
8 L-138 (1) FAUANL (F10)	0.4875 EFG
11 Saia TESTIGO	0.4125 FG
10 Cuauhtémoc TESTIGO	0.3437 G

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 19.10

Cuadro 10A. Comparación de medias para la variable peso de mil semillas (g).

GENOTIPO	MEDIA (g)
7 Coronado variedad comercial	34.50 A
5 L-191 (1) FAUANL (F ₁₂)	33.75 A B
4 L-164(2) FAUANL (F ₁₂)	32.00 A B C
3 L-177 (2) FAUANL (F ₁₂)	31.25 A B C D
1 L-135 (1) FAUANL (F ₁₀)	31.25 A B C D
6 Coker variedad comercial	30.25 A B C D E
14 L-112 (1) FAUANL (F ₁₀)	28.75 B C D E F
10 Cuauhtémicos TESTIGO	27.75 C D E F
15 L-124 (1) FAUANL (F ₁₀)	26.25 D E F G
9 L-55 (1)FAUANL (F ₁₀)	25.25 E F G
2 L-225 (2) FAUANL (F ₁₂)	25.25 E F G
12 Tamo variedad comercial	24.75 F G
13 L-93 (2) FAUANL (F ₁₀)	24.00 F G
8 L-138 (1) FAUANL (F ₁₀)	22.00 G
11 Saia TESTIGO	14.75 H

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 5.1595

Cuadro 11A. Comparación de medias para la variable días a floración (días).

GENOTIPO	MEDIA
8 L-138 (1) FAUANL (F ₁₀)	104 A
7 Coronado Variedad comercial	100 B
11Saia TESTIGO	98 C
13 L-93 (2)FAUANL (F ₁₀)	98 C
10 Cuauhtémoc TESTIGO	97 D
12 Tamo variedad comercial	96 E
6 Coker variedad comercial	95 F
2 L-225 (2)FAUANL (12)	94 G
9 L-55 (1) FAUANL (10)	92 H
4 L-164 (2) FAUANL (F ₁₂)	90 I
15 L-124 (1) FAUANL (F ₁₀)	90 I
14 L-112 (1) FAUANL (F ₁₀)	86 J
3 L-177 (2) FAUANL (F ₁₂)	86 J
5 L-191 (1) FAUANL (F ₁₂)	80 K
1 L-135 (1) FAUANL (F ₁₀)	70 L

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 0.8442

10. ANEXO DE DIRECCIONES EN PAGINAS WEB.

[http://www.dequate.com/infocentros7salud/nutrición/edo257art02.](http://www.dequate.com/infocentros7salud/nutrición/edo257art02)

<http://www.biologia.edu.ar/fungi/fungi.htm>

<http://portal.nl.gob.mx>

<http://www.infoagro.com>

<http://www.siea.sagarpa.gob.mx/indexaavnc2.html>

<http://www.siea.sagarpa.gob.mx/indexaavnc2.html>

