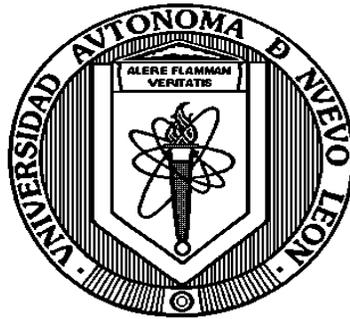


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMÍA

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**METODOLOGÍA PARA DETECTAR RESISTENCIA A LA ROYA DE LA
CORONA (*Puccinia coronata* Cda.) EN AVENA
(*Avena sativa* L.) MEDIANTE TÉCNICAS *IN VIVO* E *IN VITRO***

T E S I S

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
PRESENTA
JOSÉ ELÍAS TREVIÑO RAMÍREZ**

Marín, N. L.

Octubre del 2005

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMÍA

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**METODOLOGÍA PARA DETECTAR RESISTENCIA A LA ROYA DE LA
CORONA (*Puccinia coronata* Cda.) EN AVENA
(*Avena sativa* L.) MEDIANTE TÉCNICAS *IN VIVO* E *IN VITRO***

T E S I S

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
PRESENTA
JOSÉ ELÍAS TREVIÑO RAMÍREZ**

Marín, N. L.

Octubre del 2005

**METODOLOGÍA PARA DETECTAR RESISTENCIA A LA ROYA DE LA
CORONA (*Puccinia coronata* Cda.) EN AVENA (*Avena sativa* L.)
MEDIANTE TÉCNICAS *IN VIVO* E *IN VITRO***

Aprobación de la Tesis

**Ph. D. Francisco Zavala García
Asesor Principal**

**Ph. D. Ciro G. S. Valdés Lozano
Co-asesor**

**Dra. Cs. María Elizabeth Cárdenas Cerda
Co- asesora**

**Ph. D. Gilberto E. Salinas García
Co-asesor**

**Ph. D. José Juan Salmerón Zamora
Co-asesor Externo**

**Ph. D. Humberto Ibarra Gil
Subdirector de Estudios de Postgrado de la Facultad de Agronomía de la U. A. N. L.**

DEDICATORIA

A Dios gracias

A la memoria de mi padre⁽⁺⁾: Sr. José Edmundo Treviño Guajardo y de mi madre⁽⁺⁾: Sra. Lucila Ramírez Corrales. Por brindarme el ser, y orientar mis pasos en esta vida como hombre de bien.

Con todo mi amor a **mi esposa Silvia** con quien he compartido los momentos gratos y difíciles de mi vida, y que a pesar de todo se ha mantenido como la compañera amorosa y fiel que todo hombre necesita.

A nuestros queridos **hijos**: José Elías, Silvia Gabriela, Lucila Catalina por su apoyo, comprensión, y amor de siempre y por responder como verdaderos profesionales de las ciencias.

Todo triunfo está hecho de tres factores: preparación, espera y oportunidad

Autor: Manero

A MIS AMIGOS:

Ing. Tiberio Sergio Ramírez Torres, Ing. Benito Santos Garza López⁽⁺⁾, Ing. Adalberto Saavedra Zavala por su amistad y compañerismo de siempre.

A **los fantásticos (Fac. de Agronomía)**: Ph. D. Gilberto E. Salinas García, Ph. D. Francisco Zavala García, M. C. Leonel Romero Herrera y M. C. José Luis Cantú Galván por su amistad desde mi formación como Ingeniero Agrónomo, consejos y apoyo de siempre.

A **los Neofantásticos (Fac. de Agronomía)**: M. C. José de Jesús Ocejo González, Ph. D. Alejandro Del Bosque González, Dr. Cs. Humberto Rodríguez Fuentes, M. C. Cesar A. Espinosa Guajardo, por su amistad, desde el inicio de mi carrera como maestro dentro de la FAUANL, por transmitirme su filosofía de la vida, alegría de vivir y por su apoyo.

A los maestros: M. C. Raúl Porfirio Salazar S., M. C. José Manuel Sepulveda P. M. C. Mauro Rodríguez Cabrera, M. C. José Luis Javier Guzmán R., Dr. Cs. Ernesto Javier Sánchez A, M. C.

Maurilio Martínez R.⁽⁺⁾, Ph. D. Juan Antonio Vidales, Ph. D. Rigoberto González González, Ph. D. Rigoberto Vazquez Alvarado por su amistad y su constante apoyo.

A mis compañeros y amigos de Estudios Doctorales en la FAUANL: Dr. Cs. Juan Carlos Rodríguez Cabriales, Dr. Cs. Ignacio Gómez Rodríguez⁽⁺⁾, c. Dr. Cs. José Butrón Rodríguez, Dr. Cs. Clemente Gallegos Vásquez, Dr. Cs. José Luis Woo R., c. Dr. Cs. José Luis Lara , Dr. Cs. Ernesto Ruiz C., Dr. Cs. José Hernández Dávila etc. Por las alegrías, momentos difíciles compartidos y por su apoyo incondicional.

Amigos maestros, estudiantes y trabajadores de la FAUANL, que no se nombran, pero que los tengo presentes.

Al hombre del Campo

Objetivo de nuestros esfuerzos.

Honra a los labradores, porque los que labran la tierra son el pueblo escogido de Dios.

Autor: Jefferson.

**Serás como árbol plantado junto a corrientes de aguas,
Que da su fruto en su tiempo,
Y su hoja no cae;
Y todo lo que hagas, prosperará**

Salmo 1: 3 (Parafraseado).

AGRADECIMIENTOS

El autor desea dejar constancia de sus agradecimientos a las siguientes personas e instituciones:

Al Ph. D. Francisco Zavala García, Asesor Principal, por su constante y acertada orientación, estímulo y cooperación durante mi formación Doctoral, culminando en la realización y presentación del presente trabajo.

Al Ph. D. Ciro G. S. Valdés Lozano, Co-asesor, por sus valiosos consejos acertada asesoría en el área de mejoramiento genético y apoyo en el desarrollo del presente trabajo.

A la Dra. Cs. María Elizabeth Cardenas Cerda, Co-asesora, por sus atinadas sugerencias y asesoría en el área de biotecnología vegetal, elemental para el desarrollo del presente trabajo.

Al Ph. D. Gilberto E. Salinas García, Co-asesor, por sus valiosas sugerencias en el área de análisis estadísticos - genética y sus valiosas aportaciones en la revisión del escrito final.

Al Ph. D. José Luis de la Garza G. Co-asesor, por sus valiosas sugerencias y asesoría en el área de fitopatología, fundamental en el desarrollo de la presente investigación.

Al Ph. D. José Juan Salmerón Zamora Co- asesor externo, por su constante orientación y atinada asesoría, en el transcurso de la presente investigación.

A los siguientes exdirectores de la FAUANL por favorecer el desarrollo de la presente investigación: Ph. D. Juan Francisco Villarreal A. (período 1994-1997), Ing. M. C. Cesáreo Guzmán Flores (1997-2000), Ph. D. Emilio Olivares Sáenz (2000-2003) y al Ph. D. Gerardo de Lira Reyes por favorecer la finalización de mis estudios doctorales (período 2003-2006).

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico para la realización de mis estudios.

A la Universidad Autónoma de Nuevo León por las facilidades y los apoyos económicos brindados, necesarios para la realización de mis estudios.

A mí **Alma Mater** la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León por todos los apoyos que siempre me ha brindado durante mis estudios doctorales y durante toda mi vida como universitario.

A todo el personal de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León que de alguna manera colaboro con la presente investigación, mi gratitud por todo el apoyo brindado.

A todo el personal técnico, administrativo y de campo del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Pecuarias y Forestales (INIFAP), Campo Agrícola Experimental de Gral. Teran N. L., por todas las atenciones brindadas en la siembra de los experimentos establecidos en esa localidad para cumplir con la presente investigación.

BIOGRAFÍA

El autor nació en Monterrey, Nuevo León, México el 9 de Mayo de 1955.

Realizó sus estudios de secundaria en la Escuela Secundaria N° 5 “ Profesor Macario Pérez C.” en Monterrey N. L.

Sus estudios Universitarios los realizó en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, graduándose de Ingeniero Agrónomo con la especialidad de Fitotecnia en 1977.

De 1977 a 1980 trabajo como extensionista agrícola en cultivos perennes tropicales y cultivos básicos; supervisor de créditos dependiente del Banco de Crédito Rural del Golfo, ubicado en Córdoba, Veracruz, México.

De 1980 a 1983 se vinculó a la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León como Profesor de las materias Cultivos Tropicales y Cultivos Industriales.

En marzo de 1983 ingreso al programa de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, en Turrialba, Costa Rica, donde obtuvo el grado de Magister Scientiae en Septiembre de 1986.

Miembro de Sistema Nacional de Investigadores (México) como Candidato a Investigador Nacional de 1991-1994.

Publicaciones Científicas en varias revistas a nivel Internacional y Memorias en Congresos Nacionales e Internacionales.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO	ix
ÍNDICE DE CUADROS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xxv
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xxvi
RESUMEN	xxvii
SUMMARY	xxx
1. INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS GENERALES	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
HIPÓTESIS GENERAL	5
HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	5
2. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2. 1. Datos estadísticos del cultivo de avena a nivel mundial.....	6
2. 2. Producción nacional de avena.....	6
2. 3. Variedades nacionales.....	9
2. 4. Mejoramiento genético en especies autógamas.....	10
2. 4. 1. Generalidades del cultivo de avena.....	11
2. 4. 1. 1. Descripción botánica del cultivo.....	12
2. 4. 1. 2. Origen y genética de la avena.....	12
2. 4. 1. 3. Polinización en la avena.....	17
2. 4. 1. 4. Tipos de variedades de avena en norteamérica.....	18
2. 4. 2. Objetivos del mejoramiento genético en avena.....	19
A. Rendimiento de grano.....	21
B. Precocidad.....	22
C. Resistencia a Enfermedades.....	22
1). Roya de la corona (<i>Puccinia coronata</i> Cda.).....	23
2). Roya del tallo (<i>Puccinia graminis f. sp. avenae</i>).....	27
3). Carbones (<i>Ustilago avenae</i> y <i>Ustilago kolleri</i>).....	30
D. Resistencia al acame y al desgrane.....	32
E. Resistencia al frío.....	33
F. Producción de forraje.....	34
G. Calidad del grano.....	35
2. 4. 3. Métodos de Mejoramiento.....	37
2. 4. 3. 1. Introducción.....	37
2. 4. 3. 2. Método de selección (sin cruzamiento previo).....	38
2. 4. 3. 2. 1. Selección en Masa.....	39
2. 4. 3. 2. 2. Selección individual.....	40
2. 4. 3. 3. Métodos de selección después de cruzamientos.....	41
(Hibridación)	
2. 4. 3. 3. 1. Selección por Pedigree.....	41
2. 4. 3. 3. 2. Selección por el Método Masivo o	41
Poblacional	

3. MATERIALES Y METODOS.....	109
3. 1. Localidades para experimentos de campo y laboratorio.....	109
3. 2. Descripción de cada localidad bajo estudio (clima y suelo).....	109
3. 2. 1. Campo Agrícola Experimental del INIFAP en General Terán, N. L.	109
3. 2. 2. Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la... Universidad Autónoma de Nuevo León en Marín, N.L.	110
3. 2. 3. Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León en La Ascensión, Aramberrí, N. L.	111
3. 2. 4. Campos Agrícolas Experimentales del INIFAP en los Municipios de Bachiniva y Cd. Cuauhtémoc en el Estado de Chihuahua	112
3. 3. Materiales.....	115
3. 3. 1. Material genético.....	117
3. 4. Metodología.....	118
3. 4. 1. Experimentos establecidos para cumplir con el objetivo..... especifico 1	118
3. 4. 1. 1. Experimentos de evaluación de variedades comerciales..... de avena	128
3. 4. 1. 2. Evaluación de líneas segregantes de avena introducidas..... de dos colecciones internacionales (Quaker Oat Nursery ; Universidad de Minnesota, E. U. A.).	132
3. 4. 1. 3. Experimentos para evaluación de genotipos susceptibles..... a la roya de la hoja, sometidos a irradiación para inducir mutaciones	143
3. 4. 2. Experimentos establecidos y actividades para cumplir con el..... objetivo especifico 2	145
3. 4. 3. Experimentos establecidos y actividades para cumplir con el..... objetivo especifico 3	147
3. 4. 4. Experimentos establecidos y actividades para cumplir con el..... objetivo especifico 4	150
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	153
4. 1. Experimentos establecidos para cumplir con el objetivo especifico 1.....	153
4. 1. 1. Experimentos para evaluación de variedades comerciales de avena...	153
4. 1. 2. Experimentos para evaluación y selección de líneas segregantes de... avena:	166
I Experimentos con líneas de la Colección “ Quaker Oat Nursery”....	166
II Experimentos con líneas de la Colección de la Universidad de..... Minnesota, MN.,E. U. A.	177
4. 1. 3. Experimentos para evaluación de genotipos de avena susceptibles a la... roya de la hoja, sometidos a irradiación para inducir mutaciones.	182
4. 2. Experimentos establecidos y actividades desarrolladas para cumplir con el. objetivo especifico 2.	186
4. 2. 1. Experimentos de variedades diferenciales para identificación de... razas fisiológicas de roya de la hoja	183
4. 2. 2. Resultados de los muestreos enviados a la Universidad de..... Minnesota, MN, E. U. A. : durante 1995, 1996, 1997, para	190

identificación de razas de roya de la hoja	
4. 2. 2. 1. Resultados de los muestreos enviados a la Universidad de.. Minnesota, M. N., E. U. A.: durante 1995	190
4. 2. 2. 2. Resultados de los muestreos enviados a la Universidad de.. Minnesota, M. N., E. U. A. : durante 1996	191
4. 2. 2. 3. Resultados de los muestreos enviados a la Universidad de..... Minnesota, M. N., E. U. A. : durante 1997.	193
4. 3. Experimentos establecidos para cumplir con el objetivo específico 3.....	195
4. 3. 1. Experimentos de cultivo <i>in vitro</i> de tejidos vegetales de avena..... (<i>Avena sativa</i> L.) para obtener callo <i>in vitro</i> .	196
Experimento 1: Efecto de la acción de seis medios de cultivo..... para la formación de callo <i>in vitro</i> , utilizando como explante semilla de avena (<i>Avena sativa</i> L.) de dos variedades comerciales Inv. 94-95.	196
Experimento 2: Prueba de desinfección de dos tipos de explante (semilla y hojas) de dos variedades comerciales de avena bajo tres concentraciones de hipoclorito de sodio y tres tiempos de inmersión. Verano 1995.	198
Experimento 3. Cultivo <i>in vitro</i> de discos de hoja de avena (<i>Avena sativa</i> L.), de dos variedades, en tres diferentes medios de cultivo. Marín, N. L. Verano de 1995.	203
Experimento 4. Cultivo <i>in vitro</i> de dos variedades de avena (Cuauhtémoc y Coronado) susceptibles a la roya de la corona, usando cuatro tipos de explante (ovarios, anteras, endospermo y embrión) y tres medios de cultivo, Marín, N. L. Inv. 95-96.	205
Experimento 5. Cultivo <i>in vitro</i> de embriones de dos variedades de avena en seis medios de cultivo para favorecer la formación de callo <i>in vitro</i> . Marín, N. L. Verano 1996.	208
Experimento 6. Cultivo <i>in vitro</i> de embriones maduros de avena (<i>Avena sativa</i> L.) para la formación de callo, de tres variedades comerciales, mediante el uso de siete medios de cultivo. Marín, N. L. Invierno 1996-1997.	212
4. 4. Experimentos establecidos para cumplir con el objetivo específico 4.....	217
4. 4. 1. Experimentos de cultivo <i>in vitro</i> de tejidos vegetales de avena (<i>Avena sativa</i> L.) para obtener regeneración de plantas	217
Experimento 1. Regeneración de plantas <i>in vitro</i> , en tres variedades comerciales de avena (Lab. de Biotecnología Vegetal	218

de la FAUANL) Primavera de 1998.

Experimento 2. Regeneración de plantas <i>in vitro</i> , en tres líneas avanzadas de avena (Lab. de Biotecnología Vegetal de la FAUANL) Primavera de 1998.	224
4. 5. Relación entre los Resultados obtenidos con las técnicas <i>in vivo</i> contra los resultados obtenidos con las técnicas <i>in vitro</i> .	228
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	231
6. BIBLIOGRAFÍA.....	236
7. APENDICE.....	249

ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro	Título	Página
1	Principales países exportadores de avena (Miles de Toneladas) (Claridades Agropecuarias, 1994).	6
2	Superficie sembrada de avena forrajera (miles de hectáreas) a nivel nacional. (Claridades Agropecuarias, 1994).	7
3	Rendimiento (ton ha ⁻¹) de avena forrajera bajo riego en el ciclo O / I (Claridades Agropecuarias, 1994).	8
4	Superficie sembrada de avena de grano en miles de hectáreas a nivel nacional (Claridades Agropecuarias, 1994)	8
5	Resultados de evaluación de variedades mexicanas de avena y algunas características agronómicas. Campo Agrícola Experimental Sierra de Chihuahua, Cd. Cuauhtémoc, Chih. (Temporal).	9
6	Variedades de avena que se han sembrado comercialmente, año de liberación y origen (Jiménez, 1978).	20
7	Algunos genes de resistencia a cuatro razas de roya de la corona (<i>Puccinia coronata avenae</i> Cda) identificadas en diez variedades de avena de los EUA. ^a	27
8	Variedades de avena utilizadas como fuentes de resistencia a roya del tallo, genes de resistencia y reacción a cinco razas específicas de <i>Puccinia graminis avenae</i> ^a .	28
9	Secuencia del método de selección masal gravimétrica, considerando los ciclos de cultivo necesarios para su aplicación, la generación de filial de la especie y las actividades por desarrollar.	44
10	Valores promedio de precipitación, temperaturas, y evaporación durante el desarrollo del experimento en General Terán, N. L. durante varios ciclos agrícolas.	113
11	Valores promedio de precipitación, temperatura y evaporación durante el desarrollo del experimento en Marín, N. L. durante varios ciclos agrícolas.	114
12	Valores promedio de precipitación, temperatura, y evaporación durante el desarrollo del experimento en la localidad de La Ascensión, Aramberrí, N. L. durante varios ciclos agrícolas.	116

13	Valores promedio de precipitación, temperatura máxima, mínima y media durante el desarrollo del experimento en las localidades de Bachiniva, Chih. y Cd. Cuauhtémoc, Chih. durante los ciclos agrícolas Verano 1996 y Verano 1997 respectivamente.	116
14	Pedigrí de las 113 líneas segregantes F ₃ de avena de la colección de Quaker Oat Nursery de 1992	119
15	Pedigrí de las 219 líneas segregantes F ₃ de avena de la colección de la Universidad de Minnesota, EUA 1996.	122
16	Pedigrí de 40 Nuevas Variedades de avena de la Colección de la Universidad de Minnesota, EUA 1996.	127
17	Lista de 19 Genotipos elite avanzados de Avena de la Colección de la Universidad de Minnesota, EUA 1995, donde se puede distinguir, numero de genotipo, entrada, identificación, y línea de semilla. Desde el genotipo 1 al 19, con su respectiva Genealogía.	128
18	Experimentos de evaluación de variedades comerciales de avena, y sus características más importantes.	130
19	Características de los experimentos de avena establecidos con materiales genéticos de la Colección de la “Quaker Oat Nursery.	135
20	Genotipos o Selecciones individuales involucrados en los experimentos de líneas segregantes de avena desarrolladas a partir de la Colección de la “Quaker Oat Nursery.” Clasificados por número de experimento y por localidad.	137
21	Características de los experimentos de avena establecidos con materiales genéticos de la Colección de la “Universidad de Minnesota, E. U. A.	142
22	Características de los experimentos de avena establecidos con tres genotipos de avena sometidos a cuatro intensidades de irradiación.	144
23	Características de los experimentos de avena establecidos con variedades diferenciales de avena y con líneas segregantes F ₄ (Col. Quaker Oat Nursery) bajo condiciones de ambiente controlado.	146
24	Características de los experimentos de avena establecidos con diversos tipos de explante (discos de hoja, embriones, etc.), en trabajos de cultivo in vitro de tejidos vegetales, para la producción de callo.	149
25	Características de los experimentos de avena establecidos con diversos tipos de explante (discos de hoja, embriones, etc.), en trabajos de cultivo in vitro de tejidos vegetales, para la regeneración de plantas (Organogénesis).	152

26	Resultados de Análisis de Varianza de los experimentos de variedades comerciales de avena para la variable Rendimiento de forraje seco.	154
27	Variedades comerciales y líneas segregantes de avena seleccionadas más rendidoras, y con resistencia a la roya de la corona por localidad.	163
28	Total de ambientes de evaluación y Proporción de ambientes en los que las variedades comerciales y / 0 líneas segregantes de avena que fueron sobresalientes en potencial de rendimiento forrajero y resistencia a roya de la corona.	165
29	Resultados de Análisis de Varianza de los experimentos de Líneas segregantes de avena (Procedentes de la Colección de la Quaker Oat Nursery) para la variable Rendimiento de forraje seco, donde se anotan los Cuadrados medios de Tratamientos, C. M. del error, Significancia Estadística y Coeficiente de Variación.	167
30	Líneas segregantes y variedades comerciales de avena seleccionadas, con mayores rendimientos, y con resistencia a la roya de la corona por localidad.	168
31	Total de ambientes de evaluación y Proporción de ambientes en los que las líneas segregantes y / o testigos regionales de avena que fueron sobresalientes en potencial de rendimiento forrajero y resistencia a la roya de la corona.	170
32	Resultados de Análisis de Varianza de los experimentos de Líneas segregantes de avena procedentes de la Colección de la Universidad de Minnesota para la variable Rendimiento de forraje seco.	178
33	Líneas segregantes y variedades comerciales de avena seleccionadas, con mayores rendimientos, y con resistencia a la roya de la corona por localidad.	178
34	Total de ambientes de evaluación y Proporción de ambientes en los que las líneas segregantes y / o testigos regionales de avena que fueron sobresalientes en potencial de rendimiento forrajero y resistencia a la roya de la corona.	181
35	Resultados de Análisis de Varianza de los experimentos de genotipos de avena susceptibles a la roya de la hoja, sometidos a irradiación para inducir mutaciones. Para la variable Rendimiento de forraje seco.	183
36	Resultados de Comparación de Medias de los tres experimentos con tres variedades de avena bajo el efecto de cuatro intensidades de irradiación, separando los resultados por efectos principales (A= variedades, B= intensidad de irradiación). Para la variable: Rendimiento de forraje seco (Ton ha ⁻¹).	183
37	Tres genotipos de avena sometidos a cuatro intensidades de irradiación en diferentes años, rendimientos, generaciones de avance mutacional y con reacción de resistencia a la roya de la corona por localidad.	185

38	Reacción a la presencia de roya de la corona de las variedades diferenciales en diferentes ambientes.	188
39	Resultado de los muestreos de campo realizados durante 1995, en varias localidades del Estado de Nuevo León.	192
40	Resultado de los muestreos de campo realizados en avena durante 1996, en varias localidades del Estado de Nuevo León.	193
41	Resultado de los muestreos de campo realizados en avena durante 1997, en varias localidades del Estado de Nuevo León.	194
42	Resultados de Análisis de Varianza del experimento de cultivo in vitro de avena, separando los resultados por efectos principales (A = variedades, B = Medios de cultivo e Interacción), para las variables: % de sobrevivencia, % de contaminación, y % de formación de Callo.	197
43	Medias para la comparación de 12 tratamientos resultantes de la combinación medio de cultivo por variedad para las variables % de sobrevivencia, % de Contaminación y % de formación de callo.	197
44	Resultados de Análisis de Varianza del experimento de cultivo in vitro de semillas y hojas de avena. Para las variables: % de sobrevivencia, % de oxidación, y % de contaminación.	200
45	Comparación de medias de tratamientos, considerando los ensayos realizados en discos de hoja y semillas, sobre tres variables cuantificadas. Verano, 1995.	202
46	Resultados de Análisis de Varianza del experimento de cultivo in vitro de discos de hoja de dos variedades de avena bajo la acción de tres medios de cultivo, separando los resultados por efectos principales (A = variedades, B = Medios de cultivo e Interacción). Para las variables: % de sobrevivencia y % de formación de callo.	204
47	Comparación de medias para las variables % de sobrevivencia y % de formación de callo en discos de hoja cultivados in vitro de dos variedades de avena en tres diferentes medios de cultivo.	204
48	Resultados de Análisis de Varianza del experimento de cultivo in vitro de embriones maduros y ovarios de avena. Para las variables: % de sobrevivencia y % de formación de callo.	207
49	Comparación de medias para las variables % de sobrevivencia y % de formación de callo in vitro en embriones cultivados in vitro de dos variedades de avena en tres medios de cultivo.	207

50	Comparación de medias para las variables % de sobrevivencia y % de formación de callo en ovarios cultivados in vitro de dos variedades de avena en tres diferentes medios de cultivo.	208
51	Resultados de Análisis de Varianza del experimento de cultivo in vitro de embriones de avena. Para las variables: % de sobrevivencia, % de formación de callo y % de contaminación.	211
52	Comparación de medias de las variables % de sobrevivencia, % de formación de callo in vitro y % de contaminación en embriones maduros cultivados in vitro de dos variedades de avena en seis medios de cultivo.	211
53	Resultados de Análisis de Varianza del experimento de cultivo in vitro de avena, separando los resultados por efectos principales (A = variedades, B = medios de cultivo e Interacción). Para las variables: % de sobrevivencia, % de Formación de Callo y Área de Callo, donde se anotan los Cuadrados medios de Tratamientos, C.M. del error, Significancia Estadística y Coeficiente de Variación.	214
54	Tratamientos y comparaciones de medias de las variables analizadas en el experimento de formación de callo en avena (fase de inducción). Marín, N.L. 1997.	214
55	Resultados de Análisis de Varianza del experimento de cultivo in vitro de avena (Regeneración), separando los resultados por efectos principales (A = variedades, B = medios de cultivo e Interacción). Para las variables: % de sobrevivencia y % de Regeneración de Plantas, donde se anotan los Cuadrados medios de Tratamientos, C.M. del error, Significancia Estadística y Coeficiente de Variación.	219
56	Resultados de Comparación de medias del Experimento de tres variedades de avena bajo el efecto de cuatro medios, separando los resultados por efectos principales (A = variedades, B = medios de cultivo e Interacción). Para las variables % de sobrevivencia y % de Regeneración de plantas.	219
57	Comparación de medias para las variables % de sobrevivencia y % de Regeneración de planta in vitro en callos de tres variedades de avena en cuatro medios de cultivo.	221
58	Resultados de Análisis de Varianza del experimento de cultivo in vitro de avena (Regeneración: Líneas avanzadas), separando los resultados por efectos principales (A = variedades, B = medios de cultivo e Interacción). Para las variables: % de sobrevivencia y % de Regeneración de Plantas, donde se anotan los Cuadrados medios de Tratamientos, C.M. del error, Significancia Estadística y Coeficiente de Variación.	225

- 59 Resultados de Comparación de medias del Experimento de tres líneas avanzadas de avena bajo el efecto de cuatro medios, separando los resultados por efectos principales (A = variedades, B = medios de cultivo e Interacción). Para las variables % de sobrevivencia y % de Regeneración de plantas. 225
- 60 Comparación de medias para las variables % de sobrevivencia y % de Regeneración de planta in vitro en callos de tres líneas avanzadas de avena en cuatro medios de cultivo. 226

ÍNDICE DE CUADROS DEL APENDICE.

Cuadro	Título	Página
1A	Evaluación de variedades comerciales de avena bajo la acción del fungicida sistémico TILT ^{MR} . Marín, N.L. (invierno 1994 -1995).	249
2A	Evaluación de forraje seco y % de daño por roya de la corona - reacción de variedades comerciales de avena, Marín, N.L. (invierno 94 - 95)	249
3A	Evaluación de forraje seco y verde; % de daño por roya de la corona y reacción de 13 variedades comerciales de avena, Gral. Terán, N. L. (invierno 94 - 95).	250
4A	Evaluación de forraje seco y % de daño de roya - reacción de variedades comerciales de avena en la Ascensión, Aramberri, N. L. verano 95	250
5A	Evaluación de forraje seco y % de daño de roya - reacción de variedades comerciales de avena en, Marín N. L. invierno 95 - 96.	251
6A	Comparación de medias para la variable rendimiento de forraje seco. Datos de % de daño de roya de 16 variedades comerciales de avena bajo la acción de un funguicida sistémico, Marín, N. L. invierno 95-96.	251
7A	Comparación de valores numéricos para las variables rendimiento de forraje seco y % de daño por roya - reacción de variedades comerciales de avena, Marín, N. L. Invierno 95-96.	252
8A	Comparación de medias para las variables rendimiento de forraje seco y % de daño por roya - reacción de genotipos Elite Marín, N. L. invierno 95 - 96.	253
9A	Comparación de medias para las variables rendimiento de forraje seco y % de daño ocasionado por la roya - reacción de variedades comerciales de avena Campo Agrícola Experimental del INIFAP; Gral, Terán, N. L. Inv. 95-96.”	253
10A	Comparación de medias de rendimiento de forraje seco Ton. ha. ⁻¹ y % de daño-reacción de 16 variedades y 5 líneas experimentales F ₅ . La Ascensión, Arramberi, N. L. FAUANL, verano 1996.	254

11A	Comparación de medias para la variable rendimiento de forraje seco ton ha ⁻¹ y % de daño-reacción a la roya de la corona de 40 variedades experimentales. La Ascensión, Aramberri, N. L.”	255
12A	Comparación de valores numéricos para la variable rendimiento de forraje seco Ton. ha. ⁻¹ y % de daño-reacción a la roya de la corona de 19 genotipos elite. La Ascensión, Aramberri, N. L. ”	256
13A	Valores promedio de las variables agronómicas consideradas en el experimento. Evaluación de 22 genotipos de avena en Marín, N.L. Invierno 1996-97.	256
14A	Genealogía, reacción a la roya y Comparación de medias de forraje seco de las 40 variedades avanzadas de la colección de Minnesota, E.U.A (segundo grupo). Marín, N.L. Invierno 1996-1997.	257
15A	Valores promedio de las variables agronómicas consideradas en el experimento y comparación de medias para la variable rendimiento de forraje seco (ton ha ⁻¹). Evaluación de 22 genotipos de avena en Gral. Terán, N.L. Invierno 1996-1997.	258
16A	Genealogía, Rendimiento de forraje seco y reacción a la roya de la hoja de las 40 nuevas variedades de Avena de la Colección de la Universidad de Minnesota, EUA y tres variedades testigo. Terán, N.L. Invierno 1996-1997.	259
17A	Evaluación de forraje seco y % de daño por roya – reacción de variedades comerciales y líneas avanzadas de avena en Marín, N.L. Invierno. 1997-1998.	260
18A	Evaluación de forraje seco y % de daño por roya – reacción de variedades comerciales y líneas avanzadas de avena en Gral. Terán, N.L. Invierno. 1997-1998.	260
19A	Comparación de medias de 113 líneas segregantes F ₃ y dos variedades comerciales de avena (testigos promedios de 22 repeticiones), considerando su reacción de resistencia a la roya y su rendimiento de forraje seco (Marín, N. L. Invierno 94 - 95).	261
20A	Comparación de medias de 113 líneas segragantes F ₃ y dos variedades comerciales de avena (testigos promedios de 22 repeticiones, considerando su reacción de resistencia a la roya y su rendimiento de forraje seco). La Ascensión, Aramberrí, N. L. verano – 95.	262

21A	Comparación de medias de rendimiento de forraje seco ton ha. ⁻¹ y % de daño por roya de la corona y reacción en 113 líneas segregantes F ₄ Marín, N. L. invierno 95-96.	263
22A	Comparación de medias de 173 selecciones individuales de líneas F ₄ de avena, para las variables rendimiento de forraje seco y reacción a la roya de la corona Marín, N. L. Invierno 1995-1996.	264
23A	Comparación de medias de rendimiento de forraje seco Ton. ha. ⁻¹ y % de daño por roya -reacción de líneas segregantes F ₄ Gral. Terán, N. L. invierno 95-96.	266
24A	Comparación de medias de 110 selecciones individuales de líneas F ₅ de avena para las variables rendimiento de forraje seco y reacción a la roya de la corona.	268
25A	Comparación de medias de 110 selecciones individuales a las de líneas F ₅ de avena para las variables rendimiento de forraje seco y reacción a la roya de la corona. Bachiniva, Chihuahua. verano 1996.	269
26A	Promedios de las variables estudiadas en el experimento, ordenadas de mayor a menor en base al valor promedio de rendimiento de forraje seco ton ha. ⁻¹ . Marín, N.L. Invierno 1996-1997.	270
27A	Promedios de las 86 Líneas avanzadas F ₆ de avena en Gral. Terán, N.L. Invierno 1996-1997.	271
28A	Promedio de las variables agronómicas consideradas en el experimento. Cd. Cuauhtémoc, Chih. Verano 1997.	274
29A	Valores promedio de las líneas experimentales y variedades comerciales consideradas en el experimento. Marín, N.L. Invierno 1997-1998.	276
30A	Valores promedio de las líneas experimentales y variedades comerciales consideradas en el experimento. Gral. Terán, N.L. Invierno 1997-1998.	278
31A	Valores promedio de las líneas experimentales y variedades comerciales consideradas en el experimento. Gral. Terán, N.L. Invierno 1998-1999.	280

32A	Evaluación de forraje seco; y % de daño por roya – reacción de 12 líneas avanzadas y tres testigos regionales de avena en la Ascensión, Aramberrí N.L. (Verano de 1999).	282
33A	Comparación de medias para la variable rendimiento de forraje seco ton· ha ⁻¹ y % de daño - reacción a la roya de líneas segregantes F ₃ , Marín, N. L. invierno 95 - 96.	283
34A	Comparación de medias de rendimiento de forraje seco ton. ha ⁻¹ y % de daño de roya de por roya - reacción de líneas segregantes F ₃ INIFAP, Gral. Terán N. L. invierno 95-96.	285
35A	Comparación de medias para la variable rendimiento de forraje seco ton. ha ⁻¹ y % de daño-reacción a la roya de la corona de 219 líneas segregantes F ₃ La Ascensión, Arabmberri, N. l. verano 1996	287
36A	Valores promedio de las líneas F ₄ experimentales segregantes de avena de la colección de la Universidad de Minnesota, E.U.A. y de los testigos regionales. Marín, N.L. Invierno 1996-1997.	289
37A	Valores promedio de las variables agronómicas consideradas en el experimento. Evaluación de 92 líneas segregantes F ₄ . Gral. Terán, N.L. Invierno 1996-1997.	292
38A	Comparación de medias de 3 genotipos de avena sometidos a 4 intensidades de irradiación considerando su rendimiento en forraje seco y su reacción a la roya (invierno 95 - 96) .	294
39A	Comparación de medias de 3 genotipos de avena sometidos a cuatro intensidades de irradiación considerando su rendimiento en forraje seco y su reacción a la roya (verano 96) .	295
40A	Valores promedio de las variables agronómicas estudiadas en el experimento de mutaciones. Marín, N.L. Invierno 1996-1997.	295
41A	Comparación de medias para la variable % de daño por roya y reacción de la planta al patógeno en cinco líneas resistentes a la roya de la hoja. Marín, N.L. Inv. 95-96	295
42A	Nueva Nomenclatura de Códigos para Clasificar razas fisiológicas de Puccinia coronata Cda. F.sp. avenae propuesto por J. Chong <i>et al.</i> , 2000; propuesto a partir de variedades diferenciales.	296

43A	Resultados originales de las razas fisiológicas de roya de la hoja en Avena sativa L. encontradas durante los muestreos de campo realizados durante 1995 y 1996.	299
44A	Resultados originales de las razas fisiológicas de roya de la hoja en Avena sativa L. encontradas durante los muestreos de Campo realizados durante 1997.	306
45A	Resultados de Comparación de medias del Experimento de dos variedades de avena bajo el efecto de seis medios, separando los resultados por efectos principales (A = variedades, B = medios de cultivo e Interacción). Para la variable: % de Formación de callo.	315
46A	Resultados de Comparación de Medias del Experimento de desinfección de dos tipos de explante de dos variedades de avena bajo el efecto de tres concentraciones de hipoclorito de sodio y tres tiempos de inmersión, separando los resultados por efectos principales (A = variedades, B = medios de cultivo e Interacciones). Para las variables: % de sobrevivencia, % de Contaminación y % de Oxidación (Solo se consideran los efectos que fueron significativos estadísticamente).	316
47A	Resultados de Comparación de Medias del Experimento de discos de hoja de dos variedades de avena bajo el efecto de tres medios de cultivo, separando los resultados por efectos principales (A = medios de cultivo, B = variedades e Interacción). Para las variables:% de Sobrevivencia y % de Formación de Callo.	317
48A	Resultados de Comparación de Medias del Experimento de cultivo <i>in vitro</i> de dos tipos de explante (embriones y ovarios) de dos variedades de avena bajo el efecto de tres medios de cultivo, separando los resultados por efectos principales (A = medios de cultivo, B = variedades). Para las variables:% de Sobrevivencia y % de Formación de callo.	317
49A	Resultados de Comparación de Medias del Experimento de cultivo <i>in vitro</i> de embriones de dos variedades de avena bajo el efecto de tres concentraciones de 2,4-D y dos concentraciones de Kinetina, separando los resultados por efectos principales (A = variedades, B = Conc. de 2,4-D, C = Conc. de Kinetina e Interacciones). Para las variables: % de sobrevivencia, % de formación de callo y % de contaminación (Solo se consideran los efectos que fueron significativos estadísticamente).	318
50A	Resultados de Comparación de Medias del Experimento de tres variedades de avena bajo el efecto de siete medios, separando los resultados por efectos principales (A = variedades, B = medios de cultivo e Interacción). Para las variables: % de sobrevivencia, % de Formación de Callo y Área de Callo.	319

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura	Título	Página
1	Ciclo patológico de la roya del tallo del trigo producida por <i>P. graminis tritici</i> (Agrios, 1985).	59
2	Principios básicos del Cultivo In vitro de Tejidos Vegetales y Comportamiento de los explantes en sus posibles respuestas (Pérez <i>et al.</i> , 1999)	84
3	Método Genealógico aplicado a materiales segregantes (F ₃) Introducidos (de la colección de la Quaker Oat Nursery Diciembre de 1994).	133
4	Método Genealógico aplicado a materiales segregantes (F ₃) introducidos (de la colección de la Universidad de Minnesota, MN. EUA en Enero de 1996).	140
5	Metodología de Mejoramiento genético de avena, desglosando las técnicas aplicadas a nivel <i>in vitro e in vivo</i> , por etapas de trabajo y por años.	217

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.

Fotografía	Título	Página
1	Expresión de la Línea 177 en Marín, N. L. Invierno 1996-1997	156
2	Comportamiento de la variedad Cuauhtémoc. Marín, Invierno 1996-1997	156
3	Comportamiento de la línea L- 135 en Gral. Terán, N. L. Invierno 1996-1997.	158
4	Comportamiento de la línea L- 164 (3). Experimento de variedades comerciales y líneas avanzadas de avena. Marín, N. L. Invierno 1997-1998.	160
5	Comportamiento de la variedad Cuauhtémoc. Marín, N. L. Invierno 1997-1998.	161
6	Comportamiento de la Línea L-158 en el experimento de Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua. Verano 1997.	173
7	Momento de cosecha en el experimento de Cd. Cuauhtémoc, Chih. Verano 1997	174
8	Vista general del experimento de 12 líneas avanzadas y tres testigos regionales de avena . La Ascensión, Aramberri, N. L. Verano 1999.	176
9	Comportamiento de la línea L-140. Experimento de Mutaciones. Marín, N. L. Invierno 1996-1997.	186
10	Etapas del cultivo in vitro de avena. Marín, N. L. 1997.	215
11	Formación de callo organogénico en la variedad Guelatao con el medio de cultivo 6. Marín, N. L. 1997.	216
12	Variedad Guelatao en la Fase final de inducción de callo. Marín, N. L. 1998	222
13	Organogénesis in vitro de la variedad Guelatao. Marín, N. L. 1998.	223
14	Brotos generados in vitro de la variedad Guelatao. Marín, N. L. 1998.	223

RESUMEN

La presente investigación se desarrollo entre Diciembre de 1994 y Diciembre de 1999, en las instalaciones de varios Campos Agrícolas Experimentales de la Facultad de Agronomía de la U. A. N. L. (Marín y Aramberrí en el Estado de Nuevo León), de Campos Agrícolas Experimentales del INIFAP (Gral. Terán, N. L.; Cd. Cuauhtémoc y Bachiniva en el Estado de Chihuahua); y del Laboratorio de Biotecnología Vegetal en la FAUANL en Marín, N. L. El objetivo general fue: Desarrollar una metodología que permita detectar y obtener resistencia a la roya de la corona (*Puccinia coronata* Cda.) en avena (*Avena sativa* L.), mediante técnicas *in vivo* e *in vitro*. Los objetivos específicos fueron: 1). Evaluar genotipos de avena común y materiales emparentados introducidos para seleccionarlos y caracterizarlos en base a su resistencia a la roya de la corona y otras variables agronómicas 2). Determinar las razas fisiológicas de *Puccinia coronata* (Cda.) que existen en las zonas productoras de avena en el Noreste de México 3). Evaluar diferentes tipos de explante, medios de cultivo y genotipos (resistentes y susceptibles a la roya) para favorecer la generación de callo *in vitro* 4). Obtener regeneración de plantas a partir de callo generado *in vitro* a través de la embriogénesis somática y la organogénesis y 5). Establecer una relación entre los resultados obtenidos *in vivo* contra los obtenidos *in vitro* para detectar y obtener genotipos de avena resistentes a la roya de la corona.

El material genético de *Avena sativa* L. con el que se trabajo fue de veinte variedades diferenciales para las pruebas de razas fisiológicas, 14 variedades nacionales, tres variedades extranjeras, 113 líneas segregantes F₃ de la Colección de la Quaker Oat nursery, 219 Líneas segregantes F₃ de la Colección de la Universidad de Minnesota, 40 nuevas variedades de la Colección de la Universidad de Minnesota, MN, EUA y 19 genotipos elite experimentales también de la Colección de la Universidad de Minnesota; EUA. La mayor parte de todos estos materiales mencionados con el carácter distintivo de

tener resistencia a la roya de la hoja (*Puccinia coronata* Cda.). En la mayor parte de los experimentos se desarrollo selección individual tomando como base el potencial de rendimiento de los diversos genotipos evaluados y se consideró como fundamental el detectar resistencia a la roya de la hoja (*Puccinia coronata* Cda.). En las Colecciones de líneas segregantes introducidas se aplicó el método genealógico avanzando los materiales de la Colección de la Quaker Oat Nursery hasta F₉ y los de la colección de la Universidad de Minnesota hasta F₇. Para cumplir con el objetivo específico uno se establecieron 45 experimentos de Campo en varias localidades (Marín, Gral. Terán, y Aramberrí en el Estado de Nuevo León y Cd. Cuauhtémoc y Bachiniva en el Estado de Chihuahua) y ciclos de cultivo, mientras que para cumplir con el objetivo particular dos se establecieron siete experimentos (cinco en invernadero y dos en campo); se enviaron muestras de tejido enfermo (hojas de avena afectadas por roya de la hoja) colectadas durante 1995, 1996 y 1997 en catorce localidades del estado de Nuevo León. Para cumplir con el objetivo específico tres se establecieron seis experimentos los cuales se desarrollaron en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal de la FAUANL en Marín Nuevo León y por último, para cumplir con el objetivo particular cuatro se establecieron dos experimentos. En los experimentos de campo se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar (experimentos de Variedades); también se utilizó el diseño aumentado para los experimentos de campo donde se trabajo con líneas segregantes. Se realizaron análisis de varianza para medir la significancia estadística entre tratamientos para las variables agronómicas estudiadas, también se realizaron las comparaciones de medias utilizando la prueba de significancia D. M. S. en la mayoría de los experimentos. Para los experimentos *in vitro* se utilizó un diseño completamente al azar trabajando con más de cinco repeticiones. Las principales variables mediadas en Campo fueron

el rendimiento de forraje seco y reacción a la roya de la hoja, mientras que las variables medidas bajo condiciones *in vitro* fueron: % de sobrevivencia, % de formación de callo y regeneración de plantas vía organogénica.

Se desarrolló una metodología para detectar y obtener resistencia a la roya de la hoja aplicando técnicas *in vivo* y técnicas *in vitro*. Se han logrado identificar variedades comerciales resistentes a la roya de la hoja como Saia y moderadamente resistentes al patógeno tales como Coker y Tamo.

Con la aplicación de las técnicas de cultivo *in vitro* de tejidos vegetales en embriones maduros de avena se logró la formación de callo *in vitro* y la regeneración de planta por la vía organogénica, donde la variedad Guelatao fue la única variedad comercial que dio respuesta a la regeneración; así también, la única línea que dio respuesta a la regeneración de plantas fue la 225(2) FAUANL. Se han logrado identificar seis líneas avanzadas F₉ (Quaker Oat Nursery) de avena resistentes a la roya de la hoja (*Puccinia coronata* Cda.) y seis líneas avanzadas F₇ (Universidad de Minnesota, EUA.) de avena resistentes o inmunes a la roya de la hoja.

Se han identificado 70 razas fisiológicas de *Puccinia coronata* Cda. Siguiendo la Nomenclatura de Chong *et al.*, 2000, siendo las más comunes DRNL, CBBB, BDBL, QLML y BLLG.

La respuesta de resistencia a la roya de la hoja estuvo muy determinada por el ambiente de cada localidad.

No se encontró relación directa entre los resultados obtenidos *in vitro* y los obtenidos *in vivo*.

SUMMARY

This research was developed in several research stations of the FAUANL (Marín and Aramberri, Nuevo León) and INIFAP (Gral. Terán, N.L., and Cuauhtémoc and Bachiniva, Chihuahua) from December 1994 to December 1999. Experiments involving *in vitro* tissue culture were developed at the Biotechnology Laboratory at FAUANL. The main aim of this project was: To develop a methodology to detect and obtain resistance to oat crown rust *Puccinia coronata Cda.*, using *in vitro* and *in vivo* techniques. The specific objectives included: 1) To evaluate and characterize introduced oat germplasm for its crown rust resistance and agronomic traits; 2) To determine the *Puccinia coronata Cda.* physiological races present in the northeast of México; 3) To evaluate the influence of several sources of explants, culture media, and genotypes, in callus formation; 4) To regenerate oat plants from *in vitro* callus using somatic embryogenesis and organogenesis; and 5) To correlate the *in vitro* and *in vivo* results in terms of the formation and detection of crown rust resistant oat genotypes. The oat germplasm included 20 differential varieties, 14 mexican and 3 from abroad commercial varieties, 113 F₃ lines from the “Quaker Oat” collection, and 219 F₃ lines, 19 elite lines and 40 new varieties from the University of Minnesota. Most of these genotypes have genetic resistance to crown rust. Individual selection for yield and rust resistance was practiced in most of the experiments. The pedigree method was applied in the segregant populations, advancing up to the F₇ and F₉ for the Quaker Oat and the University of Minnesota, respectively. A total of 45 trials were conducted in Marín, Terán, Aramberri, Bachiniva, and Cuauhtémoc to fulfill the first objective. The second objective was completed through 7 experiments (5 in glasshouses and 2 under field conditions) developed from 1995 to 1997. Furthermore, leaf tissue samples collected in 14 locations were sent to The University of Minnesota for identification of the physiological races. Six experiments

were conducted in relation with the third objective. Most of the field experiments were conducted using a Random Complete Blocks Design and, in some cases, an Augmented Design. Most of the field data were statistically processed using analysis of variance and the DMS test. On the other hand, a complete random design with at least 5 replicates was used in the experiments conducted under laboratory conditions. Dry forage yield and the severity of symptoms caused by crown rust were the main variables registered in field conditions. The % of surviving , % of callus formation, and number of regenerated plants were used in the *in vitro* phase of this research. A methodology was developed to detect an improve crown rust resistance using *in vitro* and *in vivo* techniques. The commercial variety Saia was completely rust resistant. Coker and Tamo are moderately resistant. Additionally, six F₉ inbred lines from the Quaker Oat nursery and six F₇ inbred lines from University of Minnesota were resistant or immune to *Puccinia coronata*. We were able to regenerate complete oat plants from *in vitro* cultured mature embryos as explants, for the mexican variety Guelatao and the inbred line 225(2) FAUANL. Seventy physiological races of oat crown rust were identified, being the most common DRNL, CBBB, BDBL, QLML, and BLLG. The rust resistance response of the genotypes was highly affected by the environmental conditions at each experimental location. Finally, there was no correlation between the *in vitro* and *in vivo* evaluation of crown rust resistance.

1. INTRODUCCION

Entre los cereales, la avena (*Avena sativa* L.) es uno de los más valiosos a nivel mundial, ocupa el sexto lugar en producción de grano, después del trigo, maíz, arroz, cebada y sorgo (Murphy y Hoffman, 1992). Una gran diferencia con éstos que se cultivan principalmente para consumo humano, es que la avena se utiliza tanto en alimentación humana, como en raciones para el ganado bovino lechero o de engorda, para aves, cerdos, ovejas y equinos, pues tiene un alto contenido de proteínas (alrededor de un 12%).

La avena como alimento para los humanos y como cultivo forrajero esta recobrando popularidad después de un largo declive a nivel mundial (Harder, 1993). La superficie de avena a nivel mundial es de 35;311,411 ha, la cual es bastante fluctuante y se cree puede incrementarse en los próximos años (Murphy y Hoffman, 1992); sin embargo, la superficie estimada a nivel mundial se queda corta, pues sólo incluye la producción de grano y no considera las producciones forrajeras; incluyendo este concepto se pueden rebasar 200 Mha a nivel mundial (Harder y Haber, 1992), datos recientes dados por la FAO reportan 19.7 Mha de avena para grano que equivalen al 1.4% de la superficie sembrada con cultivos productores de grano (Fundación Iberdrola, 2003).

Con el incremento constante de la población mundial que actualmente es de 6,477M de habitantes (La Jornada, 2005) y de la demanda de alimentos con alto contenido proteínico (avena con más de un 12%) los mejoradores de plantas de cereales buscan incrementos de los rendimientos y alta calidad en trigo, cebada y avena.

Dentro de los principales factores que afectan la producción de avena están los referentes a los daños causados por plagas y enfermedades. Dentro de estas últimas, la roya de la corona (*Puccinia coronata* Cda.) que afecta las hojas de avena, causa graves daños, ocasionando una reducción de la superficie sembrada de este cultivo (Rojas, 1976). Arreola (comunicación personal¹, 1994), informó sobre una reducción en la superficie sembrada con avena forrajera en Nuevo León de 3,900 ha en 1990 a 1600 ha en 1993; sin embargo, en el último reporte oficial del ciclo agrícola 2000-2001 que estableció se sembraron en Nuevo León 3,354 hectáreas con una producción forrajera de 23,558 ton.(INEGI, 2002).

La roya de la corona causa graves daños, constantemente produce nuevas razas fisiológicas por hibridación, atacando a variedades que en otros tiempos eran resistentes, esto afecta grandemente la calidad de este cultivo para ser utilizado como forraje verde, pues se reduce su succulencia, palatabilidad y contenido de energéticos (Harder, 1993; Martens y Dyck, 1989; Simons y Murphy, 1968). Se considera que las pérdidas ocasionadas por roya de la corona en un cultivo de avena infestado desde sus primeras etapas de vida y con una reacción de susceptibilidad, pueden ser de entre el 20 al 90%, dependiendo de la reacción del hospedero y del ambiente (Harder y Haber, 1992 y Simons, 1985).

La aplicación de las técnicas de cultivo *in vitro* de tejidos vegetales a venido a favorecer estudios básicos de fisiología, genética, bioquímica y ciencias afines, un incremento de la variabilidad genética de las especies vegetales, obtención de plantas libres de patógenos, lo cual representa una herramienta valiosa para futuras investigaciones sobre mejoramiento genético de cereales y otros cultivos (Mroginski y Roca, 1991).

Comunicación personal con personal técnico de la SAGAR.

Considerando los antecedentes de la roya de la corona de la avena en Nuevo León y en el Noreste de México, este patógeno es una limitante fundamental para la producción de este cultivo, se considera, en el presente estudio alcanzar los siguientes objetivos generales, los cuales a su vez se podrán alcanzar, de cumplirse con los siguientes objetivos específicos.

OBJETIVOS GENERALES:

1. Desarrollar e identificar variedades de avena resistentes a la roya de la corona (*Puccinia coronata* Cda.) y con rendimientos de forraje que superen a las variedades utilizadas en Nuevo León.
2. Establecer una metodología *in vitro* para regenerar plantas de avena

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Caracterizar y Seleccionar genotipos de avena común por su resistencia a la roya de la corona y otras variables agronómicas.
2. Determinar las razas fisiológicas de *Puccinia coronata* (Cda.) que existen en las zonas productoras de avena en Nuevo León.
3. Evaluar diferentes tipos de explante, medios de cultivo y genotipos (resistentes y susceptibles a la roya) para favorecer la generación de callo de avena *in vitro*
4. Regenerar plantas normales de avena a partir de callo producido *in vitro*, a través de la embriogénesis somática y/o la organogénesis, enraizamiento y aclimatación.

HIPÓTESIS GENERAL:

El desarrollo de metodologías de mejoramiento genético que apliquen técnicas tradicionales y más sofisticadas como son las de cultivo *in vitro* de tejidos vegetales que puedan incrementar la variabilidad genética de la especie en estudio, al presentarse la variación somaclonal útil en la mejora genética.

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:

1. Genotipos diferentes de avena mostrarán una respuesta diferente en su resistencia a la roya de la corona tanto *in vivo* como *in vitro*.
2. Existen diferentes razas de roya de la corona afectando al cultivo de avena en Nuevo León.
3. Se presentará la formación de callo *in vitro* y a partir de este, a través de la organogénesis y / o embriogénesis somática se podrán regenerar plantas *in vitro*, las cuales después de las fases de enraizamiento y aclimatación podrán generar plantas normales, lo cual apoyaría metodológicamente la mejora genética.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2. 1. Datos estadísticos del cultivo de avena a nivel mundial

La producción de avena está generalizada en gran parte sobre las zonas templadas donde el principal país exportador es Canadá con 1;200,000 ton. En el Cuadro 1 aparecen los principales países exportadores de avena a nivel mundial.

Cuadro 1. Principales países exportadores de avena (Miles de Toneladas) (Claridades Agropecuarias, 1994).

País	A Ñ O S			
	1990	1991	1992	1993
Argentina	100	120	100	100
Australia	221	150	259	200
Canadá	346	373	882	1,200
Ucrania	0	0	0	100
U. Europea	101	2	2	0
Resto de Europa	1,130	836	350	800
E.U.A.	10	50	75	30
Otros	64	59	80	0
Total	1,972	1,590	1,748	2,430

2. 2. Producción nacional de avena:

En nuestro país, la avena se divide en dos grandes grupos dependiendo de su consumo: en avena forrajera y avena de grano. La avena forrajera se utiliza básicamente como alimento para animales y la avena para grano es para consumo humano (Claridades Agropecuarias, 1994).

La avena forrajera se siembra en casi todo el país con un total de 316,040 ha., el 21% corresponde al ciclo otoño / invierno (O / I) y el 79% al de primavera / verano (P / V). En cuanto al sistema de siembra, encontramos que en el ciclo P / V, el 97% se siembra en la modalidad de temporal. En el ciclo de O / I la situación es diferente, ya que las superficies de riego son mucho mayores que las de temporal, con una distribución del 89% y el 11%, respectivamente (Claridades Agropecuarias, 1994).

En el Cuadro 2 se aprecia la superficie sembrada por Estado, con avena forrajera.

Cuadro 2. Superficie sembrada de avena forrajera (miles de hectáreas) a nivel nacional (Claridades Agropecuarias, 1994).

Estado	A Ñ O S			
	1990	1991	1992	1993
Chihuahua	149	101	148	113
Zacatecas	24	63	55	44
Durango	49	50	49	44
México	21	24	22	27
Coahuila	20	14	16	13
Otros	49	55	58	56
Total	311	307	348	297

En cuanto al rendimiento, el mayor se logra en el ciclo O/I debido a que predomina la agricultura de riego. Los estados con mayores rendimientos en avena forrajera son: Querétaro, Coahuila, Nuevo León, Aguascalientes, Guanajuato y Tlaxcala. En el Cuadro 3 se aprecia el rendimiento de avena forrajera durante el ciclo O/I bajo riego.

Cuadro 3. Rendimiento (ton ha⁻¹) de avena forrajera bajo riego en el ciclo O/I (Claridades Agropecuarias, 1994).

Estado	A N O S			
	1990	1991	1992	1993
Querétaro	29.1	29.6	28.6	33.9
Coahuila	28.6	30.3	28.3	28.4
Nuevo León	28.1	33.1	25.1	20.9
Aguascalientes	27.0	23.8	24.5	24.9
Guanajuato	22.1	14.4	23.5	23.1
Tlaxcala	17.1	17.8	21.3	21.5
Promedio Nacional	8.4	8.2	7.0	8.2

Para el caso de la avena para grano, la superficie total ha tenido variaciones importantes, ya que de 86,889 ha que se sembraban en 1989, disminuyó a 70,274 ha en 1993; es decir, un decremento del 19%.

En el Cuadro 4 se aprecia la superficie sembrada para avena de grano, considerando los principales estados productores en México.

Cuadro 4. Superficie sembrada de avena de grano en miles de hectáreas a nivel nacional (Claridades Agropecuarias, 1994).

Estado	A Ñ O S			
	1990	1991	1992	1993
Chihuahua	70,352	52,629	32,876	60,765
México	3,608	3,823	3,190	4,279
Zacatecas	1,694	10,229	1,627	1,729
Hidalgo	0	52.3	1,215	1,443
Durango	1,920	1,079	423	606
Otros	3,497	4,643	1,006	1,452
Total	81,071	72,926	40,337	70,274

2. 3. Variedades nacionales:

Se han catalogado más de 6 mil variedades a nivel mundial, existiendo grandes diferencias en cuanto a su época de maduración, aunque todas ellas tienen rasgos comunes (Claridades Agropecuarias, 1994).

La planta de avena normalmente presenta una altura de 0.60 m a 1.5 m con un promedio de 3 a 5 tallos; con raíz fibrosa y una inflorescencia en forma de panícula.

Las variedades más conocidas en nuestro país se presentan en el Cuadro 5 (Salmerón y Dyck, 1993).

Cuadro 5. Resultados de evaluación de variedades mexicanas de avena y algunas características agronómicas. Campo Agrícola Experimental Sierra de Chihuahua, Cd. Cuauhtémoc, Chih. (Temporal).

Variedad	Granos kg ⁻¹	Proteína grano sin Cáscara(%)	Grasa grano sin cáscara kg ha ⁻¹	Rend. Grano kg ha ⁻¹	Rend. Forraje kg ha ⁻¹
Cuauhtémoc	31,250	18.5	0	1,820	6,480
Chihuahua	38,460	17.9	5.6	1,920	6,350
Guelatao	40,816	17.6	0	1,750	4,760
Diamante	38,460	22.5	0	2,080	3,860
Tarahumara	50,000	23.1	6.5	1,900	4,900
Páramo	26,737	18.7	4.8	2,140	5,858
Tulancingo	35,000	18.0	0	2,400	5,000
Papigochí	25,000	16.1	5.0	2,850	7,000
Pampas	26,300	21.0	5.0	2,540	4,413
Babicora	31,250	20.0	5.5	2,565	5,680
Raramurí	31,250	20.4	4.9	2,840	5,500
Cusihuirachi	47,600	19.0	3.6	2,380	5,730
Juchitepec	33,000	18.0	0	2,880	5,809

Existen algunas compañías privadas que recientemente han empezado a producir comercialmente a las variedades nacionales antes mencionadas (Semillas Purasangre, 1994).

2. 4. Mejoramiento genético en especies autóгамas

Se puede afirmar que los métodos de fitomejoramiento genético en especies autóгамas son menos complejos que los utilizados en especies alógamas, esgrimiendo el argumento de que las poblaciones de las segundas son básicamente heterogéneas y heterocigóticas y de que las poblaciones de las primeras son homogéneas y homocigóticas (constituídas por una línea pura) o heterogéneas y homocigóticas (constituídas por mezclas de líneas puras); sin embargo, algunas técnicas en autóгамas requieren de más tiempo y trabajo para llegar a formar una variedad monolineal o una multilineal cuando se inicia el programa de fitomejoramiento por cruza entre líneas puras o entre variedades regionales, que generalmente, en este último caso, son poblaciones heterogéneas. En otros métodos de fitomejoramiento se planea que se lleve a cabo por cruza múltiple; en las que intervienen muchas líneas con caracteres favorables diferentes, los que se desea incorporar en la integración de una línea pura como variedad mejorada (Robles, 1991).

El método genealógico (o de pedigree) es el más usado; y en ocasiones aún más sencillo, por simple selección individual, en especies típicamente autóгамas o en cleistógamas, de cuyas poblaciones, la identificación, selección simple y multiplicación de semillas provenientes de una sola planta, puede originar la obtención de una variedad comercial. En consecuencia, el grado de complejidad y sencillez de un programa de

mejoramiento va a depender de la metodología que se use y de la composición genética de la variedad (Robles, 1991).

2. 4. 1. Generalidades del cultivo de avena

El término AVENA es derivado de la palabra latina AVEO (apetecer), que quiere decir forraje apetecido por los animales, coincidiendo la sílaba AV en muchas lenguas en su significado, que es alimento (Jiménez, 1978).

La avena es uno de los cereales importantes en los climas templados del mundo; ocupando el sexto lugar en producción de grano después del trigo, arroz, maíz, sorgo y cebada. A diferencia del trigo y del arroz que se cultivan principalmente para consumo humano, la avena se produce principalmente como alimento para el ganado. Se han logrado mejoras importantes en la avena, muchas de ellas como consecuencia del mejoramiento para la resistencia a las enfermedades (Poehlman, 1987a). Generalmente el cultivo se siembra bajo condiciones de temporal en lugares con precipitaciones mayores a 300 mm anuales y raramente en regiones cálidas (Jiménez, 1993).

Desde que se inició en México el programa de mejoramiento genético de la avena en 1960, este se ha llevado con siembras en verano en Chihuahua y los Valles Altos de la Mesa Central, donde se selecciona por resistencia a enfermedades, precosidad, rendimiento y altura; y durante el invierno en El Bajío donde principalmente se renueva e incrementa material avanzado o valioso (Jiménez, 1993).

2. 4. 1. 1. Descripción botánica del cultivo

La avena es una planta anual, posee una raíz fibrosa más larga que la de la cebada (*Hordeum vulgare* L.). El tallo es una caña herbácea y erguida con nudos llenos y entrenudos huecos. Comúnmente crece de 0.6 a 1.5 m y con tres a cinco o más tallos, que varían de 0.32 a 0.64 cm de diámetro. Las hojas son de color verde oscuro, más intenso que el de la cebada y el trigo, alcanzan alrededor de 25 cm de largo y 1.6 cm de ancho (Robles, 1981).

La lígula es de forma ovalada, la inflorescencia es una panícula compuesta, las ramificaciones son largas y sostienen en cada una un pequeño número de espiguillas que llevan de una a cinco flores y de las cuales dos son fértiles. Generalmente es una florecilla primaria (que produce el grano grande), una secundaria (produce el grano chico), y una florecilla terciaria (rudimentaria). Generalmente son de 20 a 100 espiguillas por panícula. Los frutos están fuertemente encerrados entre la lema y palea. La avena es una planta de fecundación autógena. La floración se inicia en las espiguillas superiores y pueden requerirse de cinco a siete días para que tenga lugar la floración de toda la panícula. Se ha encontrado que la mayor parte de la floración tiene lugar entre las dos y cinco de la tarde. Durante la antesis, los estigmas se alargan, las anteras se abren, salen fuera de la florecilla. Lo normal en la avena es que se produzca la autopolinización y el cruzamiento natural rara vez excede de un 0.5 a 1.0 % (Robles, 1981).

2. 4. 1. 2. Origen y genética de la avena

No se conoce con certeza el área exacta donde se originó la avena cultivada, pero parece que tuvo su origen en la región del Asia Menor (Coffman, 1955a). A partir de esta región, la avena se extendió hacia el norte y hacia el oeste hasta Europa y otros lugares favorables para su cultivo. Se conocen especies de avena diploides, tetraploides y hexaploides. En seguida se citan especies representativas de cada uno de estos grupos (Stanton, citado por Poehlman, 1987a; Leggett 1992 y O'Mara, 1961) :

Especies Diploides (2n =14)

Avena brevis, avena corta.

Avena wiestii, avena del desierto.

Avena strigosa, avena de arenales.

Avena nudibrevis, avena de semilla pequeña desnuda

Especies Tetraploides (4n=28)

Avena barbata, avena delgada.

Avena abyssinica, avena de Abisinia.

Especies Hexaploides (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.

Actualmente está en duda el origen preciso y la homología de los genomios que constituyen estas especies (Sampson, citado por Poehlman, 1987b).

La mayor parte de las variedades de avena que se cultivan en los Estados Unidos y Canadá pertenecen a la especie común, *Avena sativa* o a la avena roja (*A. byzantina*). La avena común se distingue de la avena roja principalmente por la forma de separación de las florecillas (Stanton, citado por Poehlman, 1987a). En la avena común, 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. En lugar de eso, el raquis se rompe cerca de su base y permanece adherido al grano superior. La avena roja se originó en la región del Mediterráneo y presenta una mayor variabilidad que la avena común. La avena roja comprende tipos tanto de invierno como de primavera y normalmente tiene la cáscara de color amarillo leonado a rojo y los tegumentos son ásperos. En la actualidad, al hablar de avena roja se alude en forma más estricta a las variedades derivadas de *A. byzantina* que a las variedades que tienen el grano de color rojo. Tienen muchas características de conveniencia para el mejorador de plantas como es la resistencia al mildiu, a las royas, a los carbones, precosidad, y resistencia al invierno (Coffman y Jones, citados por Poehlman, 1987a).

La avena común probablemente se originó en el norte de Europa. Tiene tipos de primavera y de invierno, y las cáscaras pueden ser de color blanco, amarillo, gris y negro. La avena común se divide en dos subespecies (Stanton, 1961):

a). La avena arbórea (*A. sativa diffusa*), en la que las panículas se extienden como las ramas de un árbol.

b). La avena común de oriente (*A. sativa orientalis*), en la que las ramificaciones de la panícula se desarrollan a un lado del raquis (llamándose por lo anterior avena de crin de caballo).

Aun cuando éstas se clasifican algunas veces como especies diferentes. Esta subespecie de avena ya no se cultiva mucho. En los Estados Unidos se cultivan unas cuantas variedades de avena desnuda (*A. nuda*) en superficies limitadas (Leggett, 1992).

La avena silvestre común, *A. fatua*, se localiza frecuentemente como mala hierba de la avena de primavera, en la región Noreste de los Estados Unidos y Canadá. Las especies diploides y tetraploides tienen un valor económico limitado y se cultivan principalmente como pastos forrajeros. Algunas especies tienen valiosas características como resistencia a enfermedades; de esta forma pueden ser de utilidad para transferir dicha resistencia a las especies cultivadas (Leggett, 1992).

En otros tiempos se pensó que la avena común y la avena roja se habían derivado de un ancestro común, la *Avena fatua*. En la actualidad se cree que *A. sterilis* es el progenitor de todas las especies de avena que tienen 21 cromosomas y que la avena común *A. sativa* y la avena silvestre *A. fatua*, se derivaron como formas aberrantes de la especie *A. byzantina* (Coffman, 1955b, Stanton, 1961). Esta creencia se apoya en el hecho de que frecuentemente y al parecer por mutación, se encuentran granos que se parecen a los de *Avena sativa*, o fatuoides en variedades de *A. byzantina*. Los fatuoides son tipos aberrantes que se pueden reconocer por la presencia de largos filamentos en la base de la lema y del raquis, así como una cavidad basal prominente en el

grano y una barba larga retorcida o curvada. Estos tipos se desgranar fácilmente al madurar. Los fatuoides se encuentran con frecuencia en ciertas variedades de avena roja, tales como la Fulghum. Se dice que la presencia de fatuoides se debe a irregularidades cromosómicas en la planta de avena (Huskins, citado por Poehlman, 1987a). Otro dato muy interesante es que también se han obtenido fatuoides después de irradiar avenas de la especie *A. byzantina* (Stanton, 1961).

Pueden producirse fácilmente cruza interespecíficas entre la avena común (*A. sativa*) y la avena roja (*A. byzantina*). Actualmente se cultivan muchas variedades comerciales procedentes de ese tipo de progenitores, y algunas poseen características intermedias entre ambas especies. Se ha intentado la transferencia de genes para resistencia a enfermedades y otras características de las especies diploides y tetraploides a las variedades de avena hexaploides (Brown y Shands, 1954; Nishiyama, citado por Poehlman, 1987a). Se han obtenido diversos grados de éxito aun cuando hasta ahora no ha sido posible obtener una variedad comercial. Una de las características más deseadas es la resistencia a la roya de la corona (*Puccinia coronata* Cda.) de *A. strigosa*. Se han logrado resultados halagadores mediante la formación de anfiploides de:

$$A. abyssinica (n = 14) \times A. strigosa (n = 7)$$

Los anfiploides son compatibles cuando se cruzan con *A. sativa* ($n = 21$) y producen plantas híbridas vigorosas que ocasionalmente producen semillas (Zillinsky, citado por Poehlman, 1987a).

Por diversas razones se han hecho menos estudios respecto a la herencia de la avena que en otros cereales, como la cebada y el trigo. La avena es difícil de cruzar y no produce

semilla tan fácilmente en las cruas artificiales como la cebada y el trigo. La naturaleza hexaploide de las avenas cultivadas hace más difíciles los estudios genéticos. La mayor parte de los estudios sobre la herencia en la avena se han referido a características como la resistencia a las enfermedades, cuyo modo de herencia es relativamente sencillo (Poelhman, 1987b).

2. 4. 1. 3. Polinización en la avena

Las espiguillas de la avena se encuentran distribuídas en una panícula y la producción de semilla híbrida es difícil de realizar. Los principales factores que afectan la producción de semillas en las polinizaciones cruzadas artificiales son la temperatura, la hora del día en que se efectúan las polinizaciones, la posición de la florecilla en la panícula, el intervalo entre la emasculación y la polinización ocasiona un daño por la prolongada exposición de los órganos de la flor, principal factor que determina la poca producción de los órganos de la flor cuando se controla la polinización (Brown y Shands, 1956; Coffman, 1956; y Coffman y Stevens, 1951).

La poca producción de semillas aparentemente también es por la falta de maduración del polen. Así, el polen de mejor calidad se obtiene durante un período muy corto del día, y este se localiza generalmente antes o durante la antesis natural. También es importante que no se dañe al estigma durante la emasculación y que además sea receptivo para el polen. Al ejecutar las cruas, se puede reducir la autofecundación natural efectuando la emasculación uno o dos días antes de la polinización natural y luego posponer la polinización hasta dos o tres días después de la emasculación (Brown y Shands, 1956).

Es muy común que en la especie *Avena sativa* cada espiguilla esta constituida por una florecilla primaria, una florecilla secundaria y una florecilla terciaria, comunmente rudimentaria; cada flor esta constituida por un pistilo con dos estigmas ramificados y tres estambres con sus respectivas anteras (Kaufman y Brock, 1992).

2. 4. 1. 4. Tipos de variedades de avena en norteamérica

La región donde se siembra avena en primavera, se extiende desde la parte sureste de Canadá y las regiones del centro y el noreste de los Estados Unidos, llegando hacia el sur hasta Virginia, Kentucky, Missouri y parte de Oklahoma. También comprende las regiones intermontañosas de Utah, Oregon y Washington y otros Estados occidentales.

Al sur de esta región y a lo largo de la costa norte del Pacífico, predominan las variedades sembradas en el otoño o tipos de invierno, aun cuando hay desde luego, una considerable superposición de las regiones de avena de primavera y de invierno (Stanton, y Coffman, citados por Poehlman, 1987a). En California (EUA) se usan variedades de primavera para las siembras de otoño.

En la región donde se siembran variedades de primavera, la maduración de éstas varía desde las tardías o de media estación en el norte, hasta las precoces en el sur. Las variedades tardías se cultivan en el Canadá y en algunos de los Estados centrales del norte (Michigan, Wisconsin, Minnesota y Dakota del Norte), en los Estados de Nueva Inglaterra y Nueva York, en las áreas intermontañosas de Montana, Idaho, y otros Estados del Oeste, así como en Washington y en Oregon. En estas zonas existe un amplio ciclo de crecimiento con temperaturas favorables

para el desarrollo de la avena. Las variedades de invierno se cultivan en los Estados del sur y en la región de la Costa del Pacífico. Con la creación de variedades más resistentes al invierno su cultivo se está extendiendo hacia el norte y están sustituyendo a las variedades de primavera en algunas áreas de Maryland, Indiana, Illinois, Missouri y Oklahoma. Las variedades de invierno varían desde tipos resistentes hasta los tipos poco tolerantes a las condiciones del invierno que se cultivan en las zonas de la Costa del Golfo (Hancock y Long; Stanton, citados por Poelhman, 1987a; Stanton, 1948).

2. 4. 2. Objetivos del mejoramiento genético en avena

Según Jiménez (1993), tomando en cuenta la problemática de este cultivo a nivel nacional, los objetivos del Programa de Mejoramiento en avena son los siguientes:

1. Formar variedades de avena para forraje y /o grano.
2. Que las variedades obtenidas tengan resistencia a las royas.
3. Que estos materiales sean altos, precoces, rendidores y resistentes al acame y al desgrane.
4. Con calidad nutritiva y forrajera.

En México, la avena fue introducida por los colonizadores españoles durante el siglo XVI. Las primeras introducciones fueron mezclas de diferentes tipos y especies (*A. sativa* y *A. byzantina*) (Jiménez, 1993).

La importancia comercial en la era moderna se inicia con la llegada de los menonitas del Canadá a la región de Cuauhtémoc, Chih., y parte de Coahuila, Durango, y Zacatecas.

Ellos introdujeron la primer variedad mejorada (por selección en los E.U.A.) conocida en México como BURT y a la cual se le conoce como Texas, por ser el Estado de la Unión Americana de donde se trajo en la década de los 20 (probablemente 1922) (Jiménez, 1993).

Como resultado de la evaluación de distintos materiales efectuada desde hace más de 50 años, se han seleccionado y usado en siembras comerciales las variedades que se indican en el Cuadro 6. La mayor parte de estas variedades son el producto del mejoramiento genético del Programa de Avena del INIA (actualmente INIFAP) (Jiménez, 1978).

Cuadro 6. Variedades de avena que se han sembrado comercialmente, año de liberación y origen (Jiménez, 1978).

Variedad	Año de liberación	Origen
Burt o Texas	1922	Introducción
SAIA*	1959	"
Nodaway	1959	Introducción-Selección
Clintland-60.	1959	Introducción
AB-110.	1959	"
AB-177	1962	"
Putnam-61	1962	"
Opalo	1962	Introducción-Selección
Perla	1962	Introducción-Selección
Cuauhtémoc	1968	Hibridación
Chihuahua	1972	"
Guelatao	1975	"
Diamante R-31.	1975	"
Huamantla	1975	"
Páramo	1975	"
Tarahumara	1975	"

*Variedad diploide de la especie *A. strigosa*

Según Poehlman (1987a) y Jiménez (1993), en la obtención de variedades de avena, los objetivos dependen de las necesidades de cada región; lo cual coincide con Valdés (1996) quien establece que el objetivo del mejoramiento genético es el diseño y síntesis de nuevas

variedades aptas para un ambiente particular de producción; así, en este caso, los caracteres más comunes a integrar en variedades de avena aptas para el Noreste de México son los siguientes:

A. Rendimiento de grano. El mejoramiento para alto rendimiento de grano, involucra tanto la capacidad de la planta para producir grano como su capacidad para continuar su producción cuando es sometida a condiciones adversas. Los componentes del rendimiento que se han estudiado para el trigo son análogos en el caso de la avena: número de panículas por unidad de superficie, número medio de granos por panícula y peso medio de cada grano (Grafius, 1956).

Se dice que los más altos rendimientos se obtienen en las variedades en que mejor se combinen los componentes del rendimiento. La capacidad hereditaria para producir un alto rendimiento de grano está regulada por las combinaciones de “genes para rendimiento” que existen en la variedad. Cuando las condiciones de desarrollo sean favorables durante todo el ciclo vegetativo, se obtendrán altos rendimientos de grano en aquellas variedades que tengan capacidad intrínseca para almacenar cantidades considerables de materias alimenticias dentro del grano (Poehlman, 1987a).

Para producir altos rendimientos de un modo consistente, las variedades deben tener además otras cualidades, como resistencia a la roya, paja fuerte, resistencia al invierno, y maduración adecuada para el área donde se cultiven. Estas características son importantes para evitar pérdidas de rendimiento, debidas a condiciones desfavorables para el crecimiento, como una fuerte infección de roya o acame antes de la cosecha (Leggett, 1992).

B. Precocidad. La precocidad es uno de los factores más importantes para la adaptación de las variedades de avena de primavera en la región. Una variedad tardía, que necesita un período largo para florecer y producir grano, no daría un rendimiento satisfactorio si se cultivara bajo condiciones ambientales de ciclo vegetativo corto, donde la avena puede madurar a causa del calor o de la sequía, por ejemplo a mediados del mes de junio. Por otro lado, una variedad precoz no llegará a producir tanto como una variedad de tipo tardío en los Estados Unidos de Norteamérica, con ciclos de crecimiento más largos, ya que no sería capaz de utilizar de un modo completo todo el ciclo favorable para el crecimiento. La precocidad también puede ser importante al permitir que una variedad pueda escapar a los daños debidos al clima, a la roya o a los insectos (Leggett, 1992).

La herencia de la precocidad parece ser compleja, aun cuando al parecer es parcialmente dominante, según un estudio de herencia en que se incluyeron cruzas entre diversas variedades con un amplio margen de maduración, la precocidad mostró dominancia incompleta sobre el carácter maduración tardía, lo que se pudo explicar en una serie de cruzas sobre la base de la acción de dos a cuatro genes, según fuera la diferencia de maduración entre las variedades progenitoras (Marshall y Shaner, 1992).

C. Resistencia a Enfermedades. Una gran parte de la mejora de las variedades de avena a nivel mundial se ha obtenido como resultado de un aumento de su resistencia a las enfermedades. En unión de dicha resistencia, se han obtenido mayores rendimientos, menos acame y mejor calidad del grano. Los esfuerzos para evitar pérdidas mediante el mejoramiento de la resistencia han tropezado con muchas dificultades. Las principales han sido los cambios en las poblaciones de

las enfermedades. Al parecer las nuevas razas de las royas se presentan en forma periódica (Agríos, 1985; Ohm y Shaner, 1992).

Las principales enfermedades de la avena son la roya de la corona, la roya del tallo, el carbón y el tizón Victoria. Otras enfermedades pueden causar también daños serios en zonas restringidas o en ciertos años (Simons y Murphy, 1968; Ohm y Shaner, 1992).

1). Roya de la corona (*Puccinia coronata* Cda.)

Esta forma de roya de la hoja esta muy extendida y se presenta tanto en la avena como en otras especies de gramíneas. En los Estados Unidos de Norteamérica se encuentra muy frecuentemente un arbusto denominado ramno o radierno europeo (*Rhamnus catártica*), que actúa como huésped alternante de esta enfermedad. Las infecciones locales de roya se pueden originar a partir de las esporas formadas en dicho huésped o propagarse por esporas acarreadas por el viento desde los Estados del sur, donde la enfermedad inverna en las propias plantas de avena. La espora de la roya de la corona es muy especializada y por ello se han logrado identificar muchas de sus razas fisiológicas y biotipos (Murphy; Simons y Murphy, citados por Poehlman, 1987a). Utilizando las nuevas variedades de diferenciación, en 1955 se habían identificado ya 59 razas fisiológicas (Simons y Murphy, citados por Poehlman, 1987a). Desde entonces se han identificado nuevas razas adicionales.

Los problemas que se presentan al fitogenetista para la obtención de variedades resistentes a la roya de la corona se pueden ilustrar mediante una breve revisión de las experiencias de los fitomejoradores que han trabajado con avena en los Estados Unidos.

En 1930 se cruzó la variedad Victoria, que se había introducido del Uruguay en 1927 como resistente a roya de la corona, con la Richland, resistente a la roya del tallo; de esta cruce se distribuyeron entre 1940 y 1944, algunas variedades resistentes a la roya de la corona, como las Boone, Tama, Vicland y otras. Las nuevas variedades también eran resistentes a la roya del tallo (*Puccinia graminis avenae*); y al carbón (*Ustilago avenae*) heredando esta última característica de la variedad Victoria. La resistencia de Victoria a la roya de la corona estaba condicionada por un gene simple dominante que se identificó con el símbolo *V*. En 1946 se identificó una nueva enfermedad, el tizón Victoria (*Helminthosporium victoriae*), según Meehan y Murphy (citados por Poehlman, 1987b), esta enfermedad solamente infectaba a la variedad Victoria y a las variedades emparentadas con ella que contenían el gene *V* para la resistencia a la roya de la corona. La virulencia y la capacidad de destrucción del tizón Victoria, obligaron a descartar del uso comercial a la mayor parte de las variedades de avena con el gene *V* para resistencia a la roya de la corona. En tiempo posterior aparecieron razas de esta roya que infectaron también a las variedades con el gene *V* (Coffman *et al.*, 1961).

La variedad Victoria fue sustituida inmediatamente por variedades que habían heredado la resistencia a la roya de la corona de la variedad Bond, introducida de Australia. La variedad Bond tiene dos genes dominantes complementarios (*AABB*) para resistencia a la roya de la corona. La primera variedad cultivada en forma extensa con los genes de Bond para resistencia, fue la Clinton, que se distribuyó en 1946. Esta y otras variedades con los genes de Bond para resistencia, se sembraron pronto extensamente, tanto en áreas de la avena de primavera como en las de la avena de invierno. Poco después se identificó una raza (la 45) que infectó tanto a la variedad Bond como a las que poseían los genes de Bond para resistencia (Coffman *et al.*, 1961).

En el año de 1950, esta nueva raza (la 45), se había difundido ampliamente en los Estados Unidos de Norteamérica. Por consiguiente, las variedades con genes de Bond ya no daban protección contra roya de la corona. El rápido incremento de la raza 45 de la roya de la corona puede atribuirse a lo siguiente:

a).- Amplio uso de las variedades con genes de Bond para la que la raza 45, es extremadamente virulenta

b).-Supresión de la competencia de otras razas de la roya a las que las variedades derivadas de la Bond eran resistentes (Poehlman, 1987a).

En los Estados Unidos de Norteamérica, al extenderse esta raza 45, se utilizó la variedad Landhafer en muchas cruzas como fuente de resistencia a la roya de la corona. Era introducida del Uruguay a través de Alemania. De esta manera se crearon numerosas variedades con el gene Landhafer (*L*) para obtener resistencia a la roya de la corona, entre ellas la variedad Clintland distribuída en 1953. En este mismo año se lograron identificar algunas colecciones de la roya de la corona que infectaron plantas con el gene Landhafer. Las razas que infectaron a Landhafer alcanzaron proporciones epidémicas en algunos de los Estados del Sur de EUA durante el invierno de 1956-1957. Landhafer también fue susceptible a las razas de la roya de la corona que se habían colectado en América del Sur (Poehlman, 1987a).

En los Estados Unidos y Canadá se cultivan variedades con un tipo intermedio de resistencia a la roya de la corona, que aparentemente da una protección considerable a las plantas que están en estado adulto (Poehlman y Kingsolver, 1950 y Welsh *et al.*, citados por

Poehlman,1987a). Entre estas variedades se encuentran la Garry, Craig, Mo.0-205, Branch, Sauk y Burnett. La resistencia de estas variedades proviene de la Victoria, pero los genes para dicha resistencia son diferentes del gene *V* antes estudiado (Poehlman, 1987a).

La variedad Saia, derivada de *Avena strigosa* ($2n = 14$), es resistente a las razas comunes, aún cuando presenta susceptibilidad a ciertas razas raras.

En base a las experiencias vertidas por varios autores sobre roya de la corona, se puede deducir que hay que usar muchos genes de resistencia a la roya de la corona procedentes de diversas fuentes para atenuar el peligro de que la multiplicación de una nueva raza, pueda afectar a un gran numero de variedades comerciales (Coffman *et al.*,1961; Poehlman, 1987b).

Con el fin de determinar la herencia de la resistencia a la roya de la corona se han efectuado diferentes estudios (Finker *et al.*; Finker; Hayes *et al.*; y Litzenberger, citados por Poehlman, 1987(a) y Osler y Hayes, 1953). En el Cuadro 7 se presenta una lista parcial de los genes para resistencia a cuatro razas de la roya de la corona identificados en diez variedades de avena. En los estudios de resistencia a la roya de la corona es necesario tener en cuenta las diferencias entre la resistencia a nivel de plántula y la de planta adulta, así como el efecto de la temperatura sobre la respuesta de una variedad a una raza determinada (Poehlman, 1987a).

Cuadro 7. Algunos genes de resistencia a cuatro razas de roya de la corona (*Puccinia coronata avenae* Cda) identificadas en diez variedades de avena de los EUA.^a

Variedad	Genes para resistencia o Susceptibilidad. ^c	Reacción de la variedad a la raza de roya No. ^b			
		1	45	101	57
Bond	AABB	R	S	S	
Santa Fe	SS (+ cualquiera AA BB)	R	R	R	
Victoria	VV ll mm uu kk i _k i _k	R	R	S	R
Landhafer	vv LL mm uu kk i _k i _k	R	R	R	R
Santa Fé ^d	vv ll M₁M₁ uu kk i _k i _k				R
Ukraine	vv ll MM UU kk i _k i _k				R
Klein 69B	vv ll mm uu KK i _k i _k				R
Trispermia ^e	ll M₂M₂ kk i _k i _k				R
Bondvic	V₁V₁ ll M₂M₂ kk i _k i _k				R
Clinton	vv ll mm uu kk i _k i _k				S

a Adaptado de Dickson, Finker, Hayes y Litzenberger; citados por Poehlman, (1987a)

b Designación de razas usada antes de 1950.

c. Los loci M y U ligados con un 22.8 % de entrecruzamiento

d. La variedad Santa Fé en algunos casos puede contener alelos tanto para M como para U.

e. Las variedades Trispermia y Bondvic pueden contener genes adicionales para resistencia, pero sus relaciones alélicas no han sido definidas.

2). Roya del tallo (*Puccinia graminis f. sp. avenae*).

La roya del tallo de la avena es similar a la roya del tallo del trigo, pero las razas que atacan a la avena no atacan al trigo. Se han identificado catorce razas fisiológicas (Dickson, 1956). Las razas 2, 6, 7, 7A, y 8 son las que se han colectado con mayor frecuencia en los Estados Unidos y Canadá. La raza 7A es un biotipo de la raza 7 y fue identificada por primera vez en 1952. La raza 6 se ha encontrado frecuentemente en áreas localizadas de Minnesota EUA. Se han identificado cuatro genes para resistencia (Kehr *et al.*, 1950; Koo *et al.*, 1955 y Litzenberger y Smith, citados por Poehlman, 1987a).

En el Cuadro 8 se anotan variedades de avena con diferentes combinaciones de genes para resistencia; así mismo, se presentan los genes identificados con la variedad y su reacción a cinco razas prevalentes de *Puccinia graminis avenae*.

Cuadro 8. Variedades de avena utilizadas como fuentes de resistencia a roya del tallo, genes de resistencia y reacción a cinco razas específicas de *Puccinia graminis avenae*^a.

Variedades	Genes de Resistencia o Susceptibilidad	Reacción a la raza de roya del tallo				
		2	6	7	7A	8
Markton	aabbccdd	S	S	S	S	S
Richland, Tama, Branch, Mo. 0-205	AA	R	S	R	R	S
Andrew, White Tartar	DD	R	S	S	S	R
Clinton, Clintland						
Rodney, Canuck	<i>BBCC</i>	R	R	R	S	R
Burnett	<i>BBCCDD</i>	R	R	R	S	R
Garry	<i>AABBCC</i>	R	R	R	R	R
LMHJA ^b	<i>AABBCCDD</i>	R	R	R	R	R

a. Adaptado de Murphy *et al.*, citados por Murphy, and Coffman 1961; Koo *et al.*, 1955; Dickson, y Welsh *et al.* citados por Poehlman, 1987(a)

b. LMHJA = [Landhafer X (Mindó X Hajira-Joanette)] X Andrew.

Originalmente se creyó que el gene *AA* de Richland y el gene *DD* de la White Tartar eran alelos múltiples (Smith, citado por Poehlman, 1987a). Esta supuesta relación se ha descartado ya que lo dos genes se han logrado combinar actualmente en una sola línea de avena (Koo *et al.*, 1955). Hasta que se identificó la raza 7A en 1952, las variedades que derivaban de Hajira, como las Garry, Rodney y Canuck, eran resistentes a todas las razas de la roya del tallo conocidas en América del Norte. Posteriormente se comprobó que las variedades Rodney y Canuck tenían dos genes *BBCC*, que les dieron resistencia a todas las razas, excepto a la raza 7A. Si además se encuentra presente el gene *AA* como en la variedad Garry, esta variedad es resistente también a la raza 7A. Se ha encontrado que la resistencia conferida por los genes *BBCC* desaparece cuando la avena se cultiva en el invernadero a altas temperaturas (alrededor de 85°F) pero proporciona buena protección a las temperaturas más bajas que

generalmente prevalecen en el campo. La combinación de los genes *AADD* da resistencia a los extremos de temperaturas (Koo *et al.*,1955).

La prevalencia de las razas importantes de la roya del tallo ha ido cambiando a medida que los fitogenétistas han creado variedades resistentes, en forma análoga a como han cambiado las razas prevalecientes de roya de la corona. En la época en que se distribuyeron las variedades derivadas de la cruce Victoria X Richland, como las Bonne, Tama y Vicland, en 1941 y 1942, la raza que más prevalecía era la 2. Las variedades derivadas de la cruce Victoria X Richland eran resistentes a la raza 2 y a las razas emparentadas con ella (5 y 7) pero eran susceptibles a las razas 8 y 10. Pasados algunos años, la raza 8 era la más ampliamente distribuída. También en esa época se distribuyeron las variedades Clinton y otras que contenían el gene de White Tarta para resistencia a la roya del tallo extendiéndose mucho su cultivo. Estas variedades eran resistentes a las razas 2, 8 y 10 pero susceptibles a la raza 7. Pasados algunos años, la raza 7 llegó a ser el patógeno más común dentro de la roya del tallo que se colectaba con más frecuencia en la avena. Desde entonces se han distribuido variedades con combinaciones de genes de resistencia a todas las razas de *Puccinia graminis avenae*. En algunas líneas se han podido combinar los cuatro genes para resistencia.

De las progenes que fueron obtenidas de semilla irradiada de variedades susceptibles, se han logrado seleccionar algunas plantas resistentes a la roya del tallo (Frey y Browning, 1955 y Konzak, 1954). Se supone que dichas plantas son mutaciones que han aparecido como resultado de las irradiaciones. En cada caso se ha identificado el gene para resistencia como uno de los cuatro genes ya conocidos (Poehlman, 1987b).

3). Carbones (*Ustilago avenae* y *Ustilago kolleri*).

Según Poehlman (1987a), los dos carbonos que atacan a la avena son el carbón negro descubierto (*U. avenae*) y el carbón cubierto (*U. kolleri*). En la enfermedad del carbón desnudo, la membrana fina que cubre sus esporas se rompe muy fácilmente; pero en el caso del carbón cubierto, dicha membrana es más persistente. En ambos patógenos las clamidosporas son transportadas en la superficie de la semilla, por lo cual pueden ser fácilmente combatidas tratando las semillas con fungicidas. La mejora genética constituye también un medio muy eficaz para su combate. Se han identificado 31 razas de carbón desnudo y 14 razas de carbón cubierto (Dickson, 1956; Holton y Rodenhiser, citados por Poehlman, 1987a).

En las variedades Markton, Navarro, Victoria, Bond y Landhafer, se ha localizado excelente resistencia a ambas enfermedades, aún cuando las tres últimas son susceptibles a una o más razas fisiológicas. La mayoría de las variedades comerciales que se cultivan en la actualidad tienen genes principales de resistencia procedentes de una o más de las cinco variedades antes mencionadas (Poehlman, 1987a).

Según Ohm y Shaner (1992) deben considerarse los siguientes aspectos como básicos en el mejoramiento genético de la avena para obtener resistencia a enfermedades:

a. La resistencia a la roya de la corona, a la roya del tallo y al carbón, se ha podido combinar en cruces simples en la avena; no han sido necesarias cruces interespecíficas con especies diploides o tetraploides como las que se han tenido que usar para combatir las royas en el caso del trigo (en el futuro puede llegar a ser necesario recurrir a otras especies para

lograr resistencia en la fase de plántulas, a medida que aparezcan nuevas razas que parasiten a las fuentes actuales de resistencia).

b. Las nuevas variedades han resultado superiores, tanto en rendimiento y características de la paja como en la resistencia a enfermedades.

c. El uso extensivo de las nuevas variedades, ha determinado que una mayor proporción del cultivo de la avena, en una gran área geográfica esté protegida contra las enfermedades de la roya altamente especializadas por medio de genes simples o complementarios.

d. A medida que la protección proporcionada por los genes de resistencia ha disminuído a causa de la aparición de nuevas razas (o de nuevas enfermedades como en el caso del tizón Victoria), las pérdidas por enfermedades han sido más extendidas y más graves.

e. Estas experiencias indican la necesidad de una mayor diversificación en los genes para resistencia, ya sea: i).-Por la combinación de varios genes en una sola variedad y ii).-Por el cultivo de numerosas variedades con distintos genes.

Se han planeado diversas iniciativas para obtener una mayor diversificación de los genes para resistencia a las enfermedades. Estas han variado desde la formación de variedades multilineales, constituídas por una mezcla de líneas puras con apariencia similar (Jensen, 1952), hasta una mezcla de variedades, cada una de las cuales se ha derivado de una misma fuente mediante la adición de un gene diferente para resistencia a la roya a través de cruas regresivas (Borlaug, citado por Poehlman, 1987a).

También se ha considerado la posibilidad de crear variedades en las que la resistencia dependa del efecto acumulativo de un cierto número de genes, donde cada uno de los cuales

contribuya, aunque sea en forma muy limitada, a la protección de la planta huésped (Ohm y Shaner, 1992). Se podría considerar que este último tipo de resistencia podría ser más estable que la resistencia debida a un gene o a varios genes complementarios, ya que el organismo de la roya tendría que vulnerar a varios genes para que la planta afectada se comportara como completamente susceptible. Este tipo de resistencia puede encontrarse en ciertas variedades que toleran epidemias de roya en el campo sin sufrir pérdidas considerables (Poehlman, 1987a).

D. Resistencia al acame y al desgrane. Un aspecto muy relevante para producir altos rendimientos en las avenas es que deben permanecer erectas en el campo, sin sufrir pérdidas por desgrane o por acame hasta el momento de la cosecha. El acame en la avena puede producirse por cualquiera de las siguientes causas: a) daños por lluvias y vientos fuertes antes de la maduración, b) rotura de la paja después de la maduración y c) debilitamiento de la paja por enfermedades (Marshall *et al.*, 1992).

El crecimiento rápido de la planta durante los ciclos vegetativos favorables para el crecimiento, hace que el tallo sea suculento y suave. La fuerza de una lluvia intensa del viento o de las tormentas de granizo puede romper las plantas cuando todavía están verdes y tienen mucho peso. También las aplicaciones de altas cantidades de nitrógeno pueden aumentar la succulencia de las plantas y su susceptibilidad al acame en esta fase de su desarrollo. La altura de la planta, la resistencia de la paja y el anclaje del sistema radicular, son factores importantes para determinar la cantidad de lluvia y vientos fuertes que una variedad puede resistir sin acamarse (Poehlman, 1987b).

Cierta proporción del acame puede presentarse al nivel del suelo o por debajo de éste, y por lo tanto, la capacidad para desarrollar un buen sistema radicular puede ser cosa característica conveniente para evitar este tipo de acame. Una paja corta y fuerte puede evitar también el encorvamiento y la rotura que pudieran determinar en otro caso la fuerza del viento o de la lluvia. Después de haber madurado la planta, puede romperse la paja antes de la recolección. Una variedad que tenga un tallo fuerte y grueso, resistirá mayor tiempo sin romperse que una variedad con tallo débil y delgado. Como la paja de las plantas de avena se debilita a causa de las infecciones de roya y de tizón Victoria y se altera rápidamente, el mejoramiento de la resistencia a estas enfermedades evitará las pérdidas que se producirían a causa del acame cuando hay fuertes ataques de las enfermedades mencionadas (Marshall *et al.*, 1992). La generalización de la recolección mecanizada con combinada y de las fuertes aplicaciones de fertilizantes, han aumentado la necesidad de una paja todavía más resistente. Hasta la fecha se ha logrado poco progreso en el mejoramiento de las variedades en relación con la resistencia al desgrane; las que se cultivan normalmente se desgranarán cuando se retrasa demasiado la cosecha después de la maduración del grano (Marshall *et al.*, 1992; Poehlman, 1987a).

E. Resistencia al frío. El daño del invierno a la avena resulta del efecto de las bajas temperaturas y del levantamiento del suelo en el hielo y el deshielo. En pruebas uniformes de invernadero, no se obtuvo muerte de plantas en forma importante a temperaturas de 20° F. Rara vez fue seria la mortalidad a una temperatura de 0° -10° F; pero solamente las variedades muy resistentes pudieron sobrevivir a temperaturas inferiores a los 0° F (Marshall *et al.*, 1992; Coffman citado por Poehlman, 1987). Los resultados indican también que la muerte de las

plantas es mayor en los suelos con texturas más finas, probablemente a causa de un mayor daño por los levantamientos del suelo originados por el hielo y el deshielo. En forma original, se creía que las variedades de la avena común eran los tipos con mayor resistencia. Posteriormente se produjeron las variedades Culberson, Bicknell y otras, emparentadas con las avenas rojas, que resultaron aún más resistentes que las avenas comunes. Esto estimuló a la realización de mayor número de cruzamientos entre las especies de la avena común y de la avena roja (Coffman, citado por Poehlman, 1987a). Muy comúnmente se ha observado una segregación transgresiva, en relación con la resistencia a las bajas temperaturas (Marshall y Shaner, 1992). La variedad Wintok, que es la más resistente en la actualidad, es todavía superior a cualquiera de sus progenitores, Hairy Culberson y Fulghum. El procedimiento de mejoramiento para mayor resistencia, está respaldado por un estudio de la herencia de la resistencia a las bajas temperaturas en veinte cruces de avena. En este estudio se comprobó que la resistencia al frío estaba determinada por un cierto número de genes de efecto acumulativo (Amirshahi y Patterson, 1956).

La roya y otras enfermedades que infectan a las plantas de avena en el otoño debilitándolas, contribuyen también a la intensidad del daño ocasionado en el invierno por las bajas temperaturas, ya que dichas plantas pueden morir más fácilmente que las plantas sanas (Murphy, 1939). La combinación de los genes para resistencia al frío y a las enfermedades, ha constituido un problema difícil, ya que la mayor parte de los genes para resistencia a las enfermedades deben transferirse de variedades de primavera (Coffman, 1955b).

F. Producción de forraje. Las avenas de invierno se usan mucho para pasto y heno, por lo que se debe prestar atención a la producción de forraje en un programa de mejoramiento. Para

el pastoreo durante el otoño es conveniente un desarrollo vigoroso de las plántulas, un amacollamiento intenso y una alta producción de hojas. De esta manera, las variedades con tipo de crecimiento erecto producen más forraje a principios de otoño, pero menos durante los meses de invierno, que las variedades con hábito de crecimiento rastrero (Thurman, citado por Poehlman, 1987a). Las variedades erectas generalmente son menos resistentes y se congelan con mayor intensidad que las de crecimiento rastrero. Esto hace que sean menos convenientes para el pastoreo al final del otoño o durante el invierno. Las variedades de crecimiento vigoroso y alto, producirán un mayor rendimiento de heno o de ensilaje que las variedades cortas.

G. Calidad del grano. La clasificación de las avenas para el mercado está determinada por el color del grano. Las clases comerciales son: la blanca, la roja, la gris, la negra, y las mezclas. En forma comercial, las avenas que tienen cáscara de color amarillo se consideran como blancas. Las avenas de color blanco son más solicitadas en el mercado porque presentan mejor aspecto. Muchas de las avenas rojas tienen un peso bajo por unidad de volumen, debido a la cáscara basta y suelta que cubre la semilla (Poehlman, 1987a).

En la avena, la cáscara permanece adherida al grano después de la trilla y constituye del 25 al 30% del peso total del grano. La cáscara está constituida principalmente por celulosa y tiene poco valor nutritivo; debe eliminarse en el proceso de la molienda. Las avenas con bajo porcentaje de cáscara tienen mayor valor nutritivo por kilo de grano y sufren menos pérdidas en el molino. Por lo tanto, el porcentaje de cáscara es un factor importante en la calidad de la avena. Algunas variedades tienen cáscara más fina y más adherida a la semilla que otras variedades producidas bajo condiciones semejantes (Atkins, 1943 y Peek y Poehlman, 1949).

La proporción de los granos de distintos tamaños también tiene influencia en el porcentaje de cáscara. Las variedades con granos cortos y gruesos, tendrán menor porcentaje de cáscara que las variedades con granos delgados, siempre que la cáscara tenga el mismo espesor. En el molino, los granos muy delgados se eliminan por los tamices y no se utilizan. La variedad Mo. 0-205 no fue satisfactoria para el molino por tener una alta proporción de granos pequeños aún cuando su porcentaje de cáscara es bajo. Las variedades con granos grandes tienen además la ventaja de que se puede eliminar fácilmente la cáscara en el molino. Esto constituye una ventaja cuando se utiliza la avena en la avicultura. Se puede considerar que las variedades con granos cortos y bien llenos tienen mayor aceptación y son de mejor apariencia para los agricultores aveneros y molineros (Peek y Poehlman, 1949). El peso por unidad de volumen, que es un factor importante para la clasificación de la avena para el mercado, se utiliza con frecuencia como una medida de calidad. El peso por unidad de volumen refleja el porcentaje de cáscara y lo lleno del grano, pero no siempre constituye una estimación precisa de dichas características (Peek y Poehlman, 1949).

Las condiciones ambientales durante el ciclo vegetativo y las enfermedades también pueden afectar la calidad de la avena. Los granos no maduros producidos en los ciclos calurosos y secos, o cuando la planta de avena ha muerto prematuramente por enfermedades, tendrán un alto porcentaje de cáscara. Estas condiciones determinan generalmente un peso bajo por unidad de volumen. Por lo tanto, la calidad se mejorará mediante la creación de variedades adaptadas con madurez apropiada y resistencia a las enfermedades, seleccionando a la vez tipos con cáscara delgada y granos grandes y bien llenos (Marshall *et al.*, 1992).

Los mejoradores de plantas han dado poca importancia a las diferencias en el valor nutritivo de las variedades. Se ha demostrado que el contenido de proteínas y aminoácidos difiere entre las variedades y que dichas características son hereditarias (Frey *et al.*, 1954; Frey, citado por Poehlman, 1987b).

2. 4. 3. Métodos de Mejoramiento

Las técnicas de mejora genética en Avena (*Avena spp.*) han sufrido muchos cambios y estas técnicas son similares a las aplicadas en otras plantas autógamas como trigo (*Triticum aestivum* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.). Generalmente los métodos de mejora genética en avena pueden ser agrupados en tres categorías: Introducción, Selección e Hibridación seguida por selección (Brown y Patterson, 1992; Poehlman, 1987b).

El cultivo de avena es una planta autógama, las variedades mejoradas pueden obtenerse principalmente por los siguientes métodos de mejoramiento genético:

2. 4. 3. 1. Introducción

Este es uno de los métodos más antiguos de mejora genética vegetal, para crear nuevas variedades ya que los primeros inmigrantes a América trajeron con ellos semillas de los cultivos producidos en sus países o las importaron poco después de su arribo a dicho continente. La mayor parte de nuestros cultivos importantes, incluyendo trigo, avena, cebada, arroz, sorgo, linaza, soja, alfalfa, tréboles y caña de azúcar, se introdujeron inicialmente de esta forma, los primeros agricultores vinieron de tierras distantes importando por consiguiente diversas variedades y líneas de las citadas especies (Poehlman, 1987a).

Una de las introducciones más importantes a los EUA fue la variedad Kherson. Fue importada de Rusia en 1896 por la estación Agrícola Experimental de Nebraska. Las selecciones realizadas dentro de esta variedad marcaron el comienzo de las variedades comunes precoces de primavera en los Estados Unidos. Así, algunas de las variedades creadas en la estación de mejoramiento genético de Svalöf, en Suecia se introdujeron a los Estados Unidos, siendo la Victory la más importante de ellas. La variedad Winter Turf, introducida de Europa, fue tal vez la primera variedad de avena de invierno cultivada en la Costa del Atlántico. La variedad Red Rustproof, que se considera originaria de la región del Mediterráneo, se ha cultivado ampliamente en los Estados del sur de la Unión Americana durante muchos años (Poehlman, 1987a).

También muchas introducciones han tenido importancia como fuentes de resistencia a enfermedades. Las variedades White Tartar, Green Russian, que son selecciones de Kherson, y la Hajira son resistentes a la roya del tallo. Las Victoria, Bond, Landhafer, Santa Fe y Saia son resistentes a la roya de la corona (Poehlman, 1987b).

2. 4. 3. 2. Método de selección (sin cruzamiento previo)

La selección es uno de los procedimientos de mejoramiento más antiguo y constituye la base de todo mejoramiento de las cosechas. Se ha practicado desde los tiempos más remotos en que el hombre empezó a cultivar plantas. Esencialmente, la selección es un proceso natural o artificial, mediante el cual se separan plantas individuales o grupos de las mismas dentro de poblaciones mezcladas (Allard, 1967 y Poehlman, 1987a).

Según Poehlman (1987a), muchas de las variedades más extensamente cultivadas se han creado por selección de plantas individuales. De la variedad Kherson se seleccionaron y distribuyeron cuatro variedades en la estación agrícola experimental de Iowa (Hughes, citado por Poehlman, 1987a). Las variedades seleccionadas fueron: Albión, Richland, Iowa, y Logold. Además, las variedades Gopher, State Pride y Nebraska 21 se han obtenido mediante selecciones de Kherson, en Minnesota, Wisconsin y Nebraska, respectivamente (Poehlman, 1987a).

Otra fuente bastante productora de selecciones ha sido la variedad de avena roja, Red Rustproof. Las variedades Burt, Culberson, Ferguson 71 y 922, Hastings, Appler y Nortex, se han originado por selección a partir de dicha variedad y se han cultivado extensamente (Stanton, citado por Poehlman, 1987b). La selección más importante de Red Rustproof fue la variedad Fulghum obtenida por el agricultor James A. Fulghum aproximadamente en 1897. Este productor avenero encontró una planta precoz en su campo de Red Rustproof. Mediante la multiplicación de esta planta se originaron todas las avenas Fulghum tan extensamente cultivadas en el sur y en la región de las avenas rojas de primavera en los EUA. En la estación Agrícola Experimental de Missouri, una planta individual seleccionada por Fulghum en 1920, dió origen a la variedad Columbia, que siendo vigorosa y precoz, se convirtió en la principal variedad cultivada en la parte sur de la región de avenas de primavera de los EUA, durante un período de cerca de 20 años (Poehlman, 1987b).

2. 4. 3. 2. 1. Selección en Masa. Este método de selección 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 compuesto de líneas; una variedad así obtenida es uniforme para todos aquellos caracteres que pueden apreciarse a simple vista, pero las líneas que la forman pueden diferir en caracteres cuantitativos tales como rendimiento, tamaño de la semilla, calidad, etc (Valdés, 1996).

Este método tiene la finalidad de mejorar la población, seleccionando primero y mezclando después los mejores genotipos que ya estaban presentes en la mezcla original. Con este método pueden presentarse los siguientes problemas (Valdés,1996):

A. Al seleccionar y agrupar las semillas de 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,

B. 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.

2. 4. 3. 2. 2. Selección individual. 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 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 (Valdés, 1996).

2. 4. 3. 3. Métodos de selección después de cruzamientos (Hibridación).

Considerando que por los métodos de selección anteriormente mencionados 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 progenes aquellos individuos que reúnan nuevos y mejores caracteres agronómicos. Cuando las variedades usadas como progenitores son líneas puras, todas sus plantas son homocigóticas e idénticas. Las plantas F_1 , aunque son heterocigóticas, también son similares. La segregación genética empieza en la generación F_2 . Después del cruzamiento puede usarse el método de selección por pedigree, para retener los mejores individuos en las poblaciones segregantes, o el método masivo (Valdés, 1996).

2. 4. 3. 3. 1. Selección por Pedigree: Este método consiste en seleccionar a partir de la generación F_2 las plantas que reúnen la combinación de caracteres deseables. La proge de cada planta seleccionada se vuelve a reelegir en las generaciones siguientes hasta que la segregación genética haya cesado. Este método de selección 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 progenes, a condiciones adversas, tales como reacción a las enfermedades, a los cambios de temperaturas y de humedad, etc (Valdés, 1996).

2. 4. 3. 3. 2. Selección por el Método Masivo o Poblacional: Este método tiene cierta similitud

con el método de pedigree, con la variante de que no se selecciona en F₂, F₃, F₄, y F₅, sino que cada ciclo agrícola se siembran de una muestra y se cosechan en mezcla las semillas de todas las plantas sin seleccionar. El objetivo es dar oportunidad de segregación y de recombinación en todas las plantas de cada generación de autofecundación, ya que puede haber plantas fenotípicamente no deseables pero en sus descendencias aparecer en generaciones avanzadas, genotipos altamente favorables que se hubieran eliminado en las primeras etapas por el método pedigree. Después de la F₅, se continúa con el proceso de selección y de evaluación por medio de ensayos comparativos de rendimiento y/o calidad; lógicamente, el método masivo va a necesitar, comúnmente, de más ciclos agrícolas de trabajo; a pesar de esto, existe la oportunidad de seleccionar probablemente mejores genotipos para liberar variedades que puedan ser superiores a las del método convencional o pedígree (Robles,1991 y Valdés,1996).

2. 4. 3. 3. 3. Selección Masal Gravimetrica: En México, durante la década de 1940, la Oficina de Estudios Especiales (OEE) inició la introducción sistemática de variedades y líneas de los EUA, y fue hasta fines de la década de los 50's en que se conocieron comercialmente algunas de estas variedades como AB-110, AB-117, Clintland 60 y Newton (Jiménez, 1993). Al formarse el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas en 1960 continuaron las introducciones, entre las que se encontraban materiales mejor adaptados, aunque seguían presentando defectos como ser tardías, susceptibles a royas y desuniformes. Debido a esto último se realizaron las primeras selecciones de plantas individuales y masales, y de esta manera surgieron las variedades Nodaway, AB-177 y Putnam 61 a principios de los 60's. A las Introducciones siguió la Selección Individual, y en 1962 se iniciaron las Hibridaciones de avena en México y se adopto el método Genealógico o Pedígree para el manejo de las poblaciones segregantes (Jiménez, 1993).

En el verano de 1976 en el campo experimental Valle de México, se inició un método complementario al método genealógico que se le denominó Selección Masal Gravimétrica, como respuesta a la fuerte incidencia de la roya del tallo que ocurre en forma natural en el vivero de Chapingo. El método consiste, en que después de que se ha realizado la selección y cosecha de las plantas seleccionadas visualmente utilizando el método genealógico, en la F_2 , todo el material que queda en el campo se cosecha masivamente con una máquina combinada para parcelas. La semilla obtenida se limpia, criba, sopletea y flota para eliminar todo el grano vano y ligero, quedando solamente el grano grande y pesado. Se parte del supuesto de que bajo la infección de roya que hay en Chapingo, los granos que son seleccionados pertenecen a plantas que son tolerantes o resistentes y que bajo selección visual pudieron ser eliminados. Con el grano que queda se siembra la F_3 en forma espaciada, eliminando en el campo las plantas indeseables. El resto vuelve a cosecharse masivamente y se somete al mismo proceso de selección que en la F_2 . Esta forma de trabajo se repite por lo menos hasta F_5 en donde se inicia la selección de plantas para evaluar posteriormente líneas (Jiménez, 1993).

Las ventajas aparentes de este método son: (Jiménez, 1993)

- I. Reduce la eliminación de genotipos deseables en generaciones tempranas por selección visual.
- II. Es eficiente y más económico en recursos humanos y materiales que el método genealógico.
- III. No requiere de la especialización y cuidado que el método genealógico exige (Jiménez, 1993).

La aplicación del método de selección masal gravimétrica debe de cumplir con los siguientes aspectos :

Objetivo: Rescatar material valioso, eliminado por selección visual.

Premisa: Selección por peso de grano a través de avance generacional y ayudado por corrientes de aire, flotado y cribado de los granos.

En el Cuadro 9 se observan los pasos que debe seguir el método de selección masal gravimétrica.

Cuadro 9. Secuencia del método de selección masal gravimétrica, considerando los ciclos de cultivo necesarios para su aplicación, la generación de filial de la especie y las actividades por desarrollar.

Ciclo	Generación	Actividad
1	F ₂	Cosecha masiva, selección gravimétrica (soplado y flotado)
2	F ₃	Eliminación de plantas indeseables, cosecha masiva y selección gravimétrica (soplado y flotado).
3	F ₄	Eliminación de plantas indeseables. Cosecha masiva y selección gravimétrica (soplado y flotado).
4	F ₅	Eliminación de plantas indeseables. Cosecha masiva y selección gravimétrica (soplado y flotado).
5	F ₆	Selección de plantas (soplado y flotado).
6	F ₇	Evaluación de las líneas.

Según Jiménez (1993), la selección para características agronómicas y de calidad en avena, se regulan en base a ciertos criterios que no se han modificado sustancialmente desde el inicio del mejoramiento, sino que se han complementado, como sucede con el uso de algunos

índices de eficiencia, principalmente.

Estos criterios están basados o responden a las necesidades de productores e industriales, ya que debido a que para el consumo humano se requiere de un proceso de transformación industrial, los molineros exigen ciertos estándares principalmente en las características de calidad que se mencionan.

Los criterios que se utilizan en la selección de material genético para características agronómicas son:

1. Rendimiento de grano y forraje.
2. Resistencia a enfermedades
3. Tipo agronómico, precocidad, altura, resistencia al acame y desgrane, tipo de grano.
4. Criterios de calidad.
5. Componentes del rendimiento de peso del grano.
6. Índice de Eficiencia (kg/ha/tiempo).
7. Índice de Cosecha.

Los criterios que se utilizan para la selección de material genético para características de calidad de grano son:

- 1). Proteína en base seca (más de 14%).
- 2). Grasas(5-9%).
- 3). Tamaño y tipo de grano.
- 4). Color de grano.
- 5). Porcentaje de cáscara.

- 6). Grano doble.
- 7). Vellosidad del grano
- 8). Presencia de aristas.
- 9). Peso de grano.
- 10). Facilidad de descascarado.

Forraje:(Paja)

- 1). Digestibilidad.
- 2). Grasa.
- 3). Proteína.
- 4). Fibra.

La primera variedad de avena que se obtuvo por hibridación en los Estados Unidos fue la Pringle's Progress, procedente de la cruce entre Excelsior y Chinese Hull-less, hecha en Vermont por Cyrus G. Pringle, en 1870. La mejora genética más importante lograda por medio de la hibridación se obtuvo al agregar genes de resistencia a enfermedades a las variedades adaptadas, tanto de primavera como de invierno (Poehlman, 1987b).

La variedad Marion distribuída en Iowa en 1940 obtenida de la cruce entre Markton X Rainbow, fue la primera variedad con resistencia a las principales enfermedades de la avena, roya de la corona, roya del tallo y carbón. Después de algún tiempo se distribuyeron las variedades Bonne, Tama, Vicland, y otras procedentes de la cruce entre Victoria X Richland (en ellas se combinaba la resistencia a la roya de la corona y al carbón de la variedad Victoria, con la resistencia a la roya del tallo de la Richland). Con la aparición de la enfermedad

Victoria (Tizón ocasionado por *Helminthosporium victoriae*) a la que dichas variedades resultaron susceptibles, las cruzas entre Victoria X Richland fueron substituídas por variedades procedentes de cruzas con la variedad Bond, introducida de América del Sur (Stanton, 1961; Poehlman, 1987b). La variedad Clinton y su sucesora, la Clintland, fueron las variedades Bond que se cultivaron más extensamente, aun cuando también tuvieron importancia las Andrew, Bonda, Cherokee y muchas otras. Mo. 0-205, Branch, Sauk y Craig se produjeron mediante cruzas de Victoria o de selecciones de Victoria X Richland, con variedades adaptadas localmente. Cada una tiene un tipo de resistencia a la roya de la corona que difiere del identificado en las líneas originales de Victoria (Stanton, 1961 y Poehlman, 1987a).

Las introducciones Landhafer, Santa Fe y Ukraine se han utilizado en cruzas como progenitores resistentes. De igual manera, mediante hibridación se introdujo la resistencia a las enfermedades en muchas variedades de avena de invierno (Stanton, 1961; Coffman *et al.*; Murphy *et al.*; Stanton y Coffman, citados por Poehlman, 1987a). Actualmente la hibridación constituye el principal método para la creación de nuevas variedades de avena. Prácticamente todas las variedades que se han distribuído desde 1940 se han originado por medio de hibridación (Stanton, 1961; Poehlman, 1987a).

Según Jiménez (1993), en México, a las introducciones de variedades de avena siguió la selección individual, y en 1962 se iniciaron las hibridaciones dentro de este cultivo y se adoptó el método Genealógico o de Pedigree para el manejo de las poblaciones segregantes. Como producto de estos trabajos se obtuvieron en 1967 las primeras variedades mexicanas de avena llamadas Cuauhtémoc y Chihuahua, las cuales se originaron de la crusa: AB-177 X

Putnam 61. Desde entonces y hasta 1987, son nueve las variedades nacionales creadas por el programa de mejoramiento del INIFAP, y las cuales se mencionan a continuación:

Chihuahua, Cuauhtémoc, Guelatao, Páramo, Diamante R-31, Tarahumara, Huamantla, Gema y Tulancingo (Jiménez, 1993).

Salmerón y Dyck (1993) desarrollaron nuevas variedades nacionales de avena, de tal manera que a la información dada anteriormente por Jiménez (1993) sobre variedades nacionales, se agregan seis nuevas variedades en el año de 1989, utilizando el método de hibridación y selección; las variedades obtenidas fueron: Papigochi, Pampas, Babicora, Raramuri, Cusihiuriachi y Juchitepec.

Jiménez (1993) estableció que en la actualidad se cuenta con cuatro grupos de progenitores considerando su comportamiento a floración y resistencia a la roya de la corona, estos son:

1. Progenitores de resistencia tardíos (más de 75 días a floración) **PRT**.
2. Progenitores de resistencia intermedios (60-75 días a floración) **PRI**.
3. Progenitores de resistencia precoces (50-60 días a floración) **PRP**.
4. Progenitores de grano desnudo **PGD**.

En ocasiones se ha contado con progenitores para proteína, forraje, altura, rendimiento o un grupo misceláneo. Sin embargo, en la actualidad dadas las restricciones existentes y debido a que se mantiene una variabilidad aceptable principalmente con los nuevos progenitores de resistencia tardíos, no se siembran los grupos anteriores (Jiménez, 1993).

El número de cruzas que se han venido programando en los últimos cinco años fluctúa

alrededor de 100, para lo cual se requiere hacer aproximadamente un 25 o 50% más, para poder realizarlas, se proponen las siguientes combinaciones:

- i) Variedades comerciales X **PRT** (Progenitores de resistencia tardíos)
- ii) **PRT** (Progenitores de resistencia tardíos) X **PRP** (Progenitores de resistencia precoces)
- iii) **PGD** (Progenitores de grano desnudo) X Variedades comerciales.

2. 4. 3. 3. 4. Método de retrocruza. Este método proporciona un medio eficaz de mejorar las variedades con gran número de caracteres excelentes, pero que son deficientes en unos pocos. Como su nombre lo indica, el método utiliza una serie de retrocruzamientos con la variedad a mejorar, durante los cuales se mantienen por selección el carácter o caracteres que se quieren introducir. Al final de los retrocruzamientos, el gen (o genes) transferido, a diferencia de todos los otros genes, estará en heterocigosis. Para producir la homocigosis para este par de genes se recurre a la autofecundación después del último retrocruzamiento y, combinada con selección, producirá una variedad con la misma capacidad de adaptación, rendimiento y características de calidad del genitor recurrente, pero superior a dicho genitor en el carácter particular para el que se emprendió el programa de mejora. Es evidente que este método, en contraste con los métodos de mejora genealógica y masal con cruzamientos simples, proporciona al mejorador un alto grado de control genético de sus poblaciones (Allard, 1967).

2. 4. 3. 3.5. Método de cruza múltiple: Este método de mejoramiento genético se utiliza en la producción de nuevas variedades de especies autógamas (cebada, avena, etc.) se cruzan sistemáticamente de ocho y hasta dieciséis variedades. Estas cruza múltiple se producen por el cruzamiento de pares de progenitores, cruzando luego pares de F_1 hasta que todos los

progenitores intervienen en una progenie en común, este sistema de cruza tiene la ventaja de reunir en forma rápida combinaciones de genes de los distintos progenitores (Poehlman, 1987a y Miranda, 1966a). Este método se recomienda cuando se quiere transferir genes de más de cuatro líneas o variedades (Miranda, 1966a).

2. 4. 3. 4. Variabilidad genética y otros métodos de selección

La variabilidad genética puede ser generada en forma artificial mediante nuevos mecanismos de mejora genética, tal es el caso: de la mutagénesis inducida por agentes físicos o químicos, y de la aplicación de las técnicas de cultivo in vitro de tejidos vegetales, ambas formas artificiales de generación de variabilidad genética han resultado efectivas para auxiliar a los métodos convencionales de mejoramiento genético.

2. 4. 3. 4. 1. Método de Mutagénesis.

Una mutación es toda aquella variación heredable repentina en un gen o en la estructura de un cromosoma (Allard, 1967) e incluso de genoma (Robles, 1991). Hugo de Vries (citado por Robles, 1991) es considerado como el pionero de las investigaciones sobre mutaciones. Las mutaciones artificiales se pueden originar por la acción física o química de diferentes agentes mutagénicos tales como:

1. Físicos: como las radiaciones ionizantes densas (partículas alfa y neutrones) y radiaciones ionizantes menos densas (rayos X y rayos gamma).
2. Químicos: el sulfonato dietílico (DES), sulfonato de etilmetano (EMS), colchicina, etc.

(Allard, 1967 y Robles, 1991).

A nivel de gene, las radiaciones pueden cambiar por traslocación o desplazamiento, la secuencia de las bases adenina –timina o guanina-citocina. A nivel cromosómico, se pueden originar rupturas, traslocaciones, deleciones, inversiones, etc., que cambien la información secuencial de los genes (Robles, 1991).

La irradiación (aplicación de radiaciones) tiene por objetivo provocar mutaciones en forma artificial y aprovechar algunas de ellas en el mejoramiento genético. Tal es el caso de la variedad de frijol Sanilac (cultivo autógamo), la cual proviene de una mutación que surgió del tratamiento de la semilla de la variedad Michelite con rayos X. La variedad Michelite tiene plantas de tipo guía, pero de la semilla irradiada surgió una planta de tipo mata y más precoz que la variedad Michelite; este mutante se cruzó y retrocruzó con la variedad Michelite hasta que se obtuvo la variedad Sanilac, que es más precoz, más resistente a las enfermedades y más reproductiva que la variedad progenitor (Robles,1991)..

Ha ido en aumento el interés de obtener variedades de avena con nuevas características por medio de irradiaciones. Se han aislado líneas mutantes superiores desde el punto de vista agronómico como resultado de la irradiación de la semilla de distintas variedades (Frey, 1955; Frey y Browning, 1955 y Konzak, 1954). Entre estos materiales hay líneas de paja corta, precoces, con mejor resistencia al acame, mayor peso por volumen, y resistencia a la roya del tallo y al tizón Victoria; además, de alto rendimiento. Hasta el momento estas líneas no han dado origen a variedades comerciales. Varias de estas mutantes presentan características nuevas que no se manifiestan en las variedades comerciales actuales, por lo que será necesario

llevar a cabo nuevas investigaciones para determinar el papel de las irradiaciones como herramientas del mejoramiento genético (Thomas,1992; Poehlman, 1987b).

2. 4. 3. 4. 2. Métodos de Selección *in vitro*

Las técnicas para manipular *in vitro* células de plantas, tienen la ventaja de permitir la selección a nivel celular de características útiles. Investigaciones recientes sobre el cultivo de células, se han extendido a muchas especies económicamente importantes. La evaluación sistemática y la comparación entre variantes fenotípicas de plantas y del cultivo de células, permite en la actualidad una apreciación más realista del potencial que representa la selección *in vitro* para el mejoramiento de plantas. Algunas características significativamente importantes desde un punto de vista económico, como la tolerancia a herbicidas, la resistencia a enfermedades, la tolerancia al estrés (factores ambientales adversos) y factores cualitativos, son bien comprendidos o entendidos (López, 1989).

La selección *in vitro* para la resistencia a enfermedades ha sido más exitosa cuando el patógeno produce una toxina específica (Brettell e Ingram citados por López,1989). Plantas de papa resistentes a *Alternaria solani* se regeneraron a partir de callos derivados de un clon susceptible (Matern *et al.* citados por López, 1989).

2. 4. 3. 4.2. 1. Método de formación de líneas puras por duplicación de haploides.

Los métodos disponibles para obtener cantidades considerables de haploides duplicados permitirán que el fitomejorador fije sistemas genéticos de gametos individuales,

que sean reducidos y fáciles de evaluar en cualquier etapa del proceso de mejoramiento; de esta forma se obtendrán líneas homocigóticas sin pasar por el proceso de endogamia normal (Roca *et al.*, 1991).

Los métodos más ampliamente usados para la formación de haploides y de haploides duplicados se valen de la hibridación interespecífica e intergenérica, y del cultivo de esporas (masculinas y femeninas), también llamado de células gametofíticas (Roca *et al.*, 1991).

Las células gametofíticas (microsporas o megasporas) se pueden inducir a abandonar su curso ontogénico normal para seguir una vía esporofítica que conduzca a la formación de esporofitos haploides. El proceso se llama androgénesis cuando las microsporas originan embriones y plantas, y ginogénesis cuando tiene lugar en el cultivo de óvulos y de ovarios (Bossoutrot y Hosemans citados por Roca *et al.*, 1991). La androgénesis, obtenida mediante el cultivo de anteras, es la técnica más ampliamente usada para la inducción de haploides y ha demostrado tener gran importancia para el fitomejoramiento (Roca *et al.*, 1991).

En los programas de mejoramiento genético que involucran la selección de líneas puras, líneas isogénicas u homocigóticas, el número mínimo de ciclos de autofecundación es de aproximadamente 5 o 6. En el caso de las plantas dióicas y en aquellas que son autoincompatibles es prácticamente imposible la obtención de líneas puras por técnicas tradicionales de mejoramiento. Sin embargo, utilizando la diploidización de plantas haploides obtenidas *in vitro* es posible obtener líneas homocigóticas con cierta facilidad y en menor tiempo que a través de los métodos de fitomejoramiento tradicionales (Valdés, 1996).

2. 5. Las royas de los cereales.

Las royas de las plantas, ocasionadas por Basidiomycetes del orden Uredinales, se encuentran entre las enfermedades más destructivas de las plantas. Han ocasionado hambre y arruinado la economía de grandes áreas y países enteros. Se conocen mejor debido a los efectos devastadores que despliegan sobre los cultivos de granos, especialmente trigo, avenas, cebada, etc. (Agrios, 1985).

Las royas atacan principalmente a las hojas y los tallos y en ocasiones a los frutos o verticilios florales. Por lo común, las infecciones causadas por las royas tienen el aspecto de numerosas manchas rojizas, anaranjadas, amarillas o incluso blancas, que ocasionan el rompimiento de la epidermis, la formación de hinchamientos e incluso de agallas (Agrios, 1985 y Simons, 1970).

La roya de la corona es un parásito obligado, se caracteriza por tener un basidio, se trata de un órgano tubular o en forma de maza, típico, que da lugar a la formación exógena de cuatro basidiosporas. En los hongos de las royas se conoce como promicelio, tiene su origen en la germinación de la teliospora o teleutospora diploide y durante su desarrollo se produce la reducción cromática para dar lugar a la formación de núcleos haploides. El basidio se tabica para formar células unicelulares, que crecen hasta convertirse en las basidiosporas o esporidios (Aguille citado por Rojas, 1976).

2. 5. 1. Clasificación botánica de las royas de los cereales (De la Garza, 1996; Roberts y Boothroyd, 1972).

Reino: Myceteae

División: Amastigomycota

Clase: Basidiomycetes

Subclase: Teliomycetidae.

Orden: Uredinales

Género: Puccinia.

Especies: Las royas o chahuixtles constituyen un grupo de aproximadamente 4,000 especies.

Los basidiomicetos son una clase numerosa de hongos superiores entre los que están los que producen las royas y carbones, hongos carnosos grandes, saprófitos, comestibles y venenosos; algunos son importantes en el crecimiento de las plantas por formar micorrizas. Tienen micelio septado y ramificado. A diferencia de los ascomicetos, las esporas sexuales son producidas en forma exterior o exógenamente y se llaman basidiosporas. Cuatro basidiosporas se producen en un cuerpo tubular largo que se llama basidio en pequeñas protuberancias conocidas como esterigmatos. En el caso de las royas y carbones, al basidio y basidiosporas se les llama promicelio y esporidios, respectivamente (De la Garza, 1996; Roberts y Boothroyd, 1972).

2. 5. 2. Síntomas comunes

En las variedades susceptibles de avena, las infecciones causadas por el hongo son frecuentes y visibles, produciéndose lesiones elevadas de color amarillo naranja sobre las

hojas y estructuras florales de las avenas y otras gramíneas; estas lesiones pueden unirse y formar manchones irregulares del mismo color. Las plantas hospedantes con diferentes grados y tipos de resistencia, pueden mostrar reacciones que van desde pequeñas escamas ligeramente coloreadas, pasando por pústulas de tamaño mediano, generalmente rodeadas por áreas cloróticas y necróticas bien definidas (Robles citado por Rojas, 1976).

2. 5. 3. Ciclo biológico de las royas y tipo de espora producida por estado

Las royas pueden ser de ciclo corto o microcíclicas y de ciclo largo o macrocíclicas; en las primeras, las teleutósporas son las únicas esporas binucleadas que se producen, en cambio en las segundas se forman también otras esporas binucleadas como las ecidiósporas o las uredósporas.

Se distingue entre las de ciclo largo a las macrocíclicas con cuatro estados y a las demicíclicas que tienen solo dos o tres sin contar a las basidiósporas (Cummins, citado por Sarasola y Rocca, 1975).

Una ruya de ciclo largo produce entonces cinco estados reproductivos diferentes que se reconocen de la manera que sigue (Alexopoulos, citado por Sarasola y Rocca, **1975**):

- Estado 0: Espermogonios con espermacios e hifas receptoras;
- " I: Ecidios con ecidiósporas;
- " II: Uredosoros con uredósporas;
- " III: Teleutosoros con teleutósporas;
- " IV: Promicelios que llevan basidiósporas.

De Bary (citado por Sarasola y Rocca, 1975) descubrió el heteroicismo en las royas. En base a lo anterior, las royas pueden ser heteróicas o autóicas, según requieran o no otra planta hospedadora para completar su ciclo biológico. Sobre un huésped, producen las fases 0 y I y en otro las restantes. La planta que lleva las teleutósporas (Fase III) es el hospedante principal y hospedante alternativo donde se realizan las otras fases. Las royas que cumplen su ciclo en la misma planta como la roya del lino (*Melampsora lini*) se llaman autóicas. *Puccinia graminis* es una roya heteróica porque produce los espermogonios y ecidios (fases 0 y I) generalmente en el agracejo (*Berberis vulgaris*) que es una dicotiledónea y los uredosoros y teleutosoros (II y III) en diversas gramíneas, que son monocotiledóneas. De acuerdo con esto, las fases 0 y I ocurren en el gametófito o generación de células haploides que dan lugar a los gametos o células de la reproducción sexual y las fases II y III en el esporófito o generación que lleva las esporas asexuales.

Cradigie (citado por Sarasola y Rocca, 1975) inició los estudios genéticos en las royas comprobando el heterotalismo y función de las picniosporas en las uredinales y en 1931 determinó que *P. graminis* y *P. helianthi* poseían aquel carácter siendo por lo tanto heterotálicas.

Los hongos de las royas son parásitos obligados, aunque en la actualidad algunas de ellas se han podido cultivar en medios de cultivo especiales en el laboratorio. La mayoría de ellas producen cinco estructuras fructíferas distintas con cinco tipos de esporas diferentes que se desarrollan de acuerdo a una determinada secuencia. En algunas de las etapas, las esporas parasitan sólo a un hospedero, mientras que en las demás infectan y parasitan a un hospedero

alterno distinto (Agrios, 1985).

Todas las royas producen teliosporas y basidiosporas. Las royas que sólo producen teliosporas y basidiosporas se denominan royas microcíclicas o royas de ciclo de vida corto. Otras royas producen además de teliosporas y basidiosporas, los llamados espermacios (primeramente conocidos como picniosporas), aeciosporas y uredosporas, en ese orden, y se les denomina royas macrocíclicas o de ciclo de vida largo. En algunas royas macrocíclicas, pueden faltar los espermacios, las uredosporas o ambas. Aún cuando las basidiosporas se formen sobre los basidios, las demás formas de esporas lo hacen en estructuras fructíferas especializadas denominadas espermagonios, aecios, uredios y telios, respectivamente (Agrios, 1985).

Las basidiosporas, aeciosporas y uredosporas atacan e infectan a las plantas hospederas. Las teliosporas (teleutosporas) sólo representan la etapa invernante sexual del hongo, la cual, después de haber germinado, produce el basidio (promicelio). Este último, después de sufrir meiosis, produce cuatro basidiosporas haploides. Las basidiosporas después de haber infectado al hospedero, producen un micelio haploide que forma espermagonios (anteriormente conocidos como picnios), que contienen espermacios haploides e hifas receptoras. Los espermacios no tienen la capacidad de infectar a las plantas; su función es la de fecundar a las hifas receptoras del tipo de apareamiento compatible y de producir posteriormente un micelio y esporas dicarióticas. Este micelio forma aecios que producen aeciosporas que, después de haber infectado al hospedero, forman más micelio dicariótico que a su vez produce uredios. Estos últimos producen uredosporas que también infectan y dan origen a más uredios y urediosporas y, cuando el hospedero se aproxima a su madurez, se

formaran telios y teliosporas; de esta manera concluye el ciclo del hongo. En la Figura 1, se observa el ciclo patológico de la roya del tallo del trigo producida por *Puccinia graminis tritici* (Agrios, 1985).

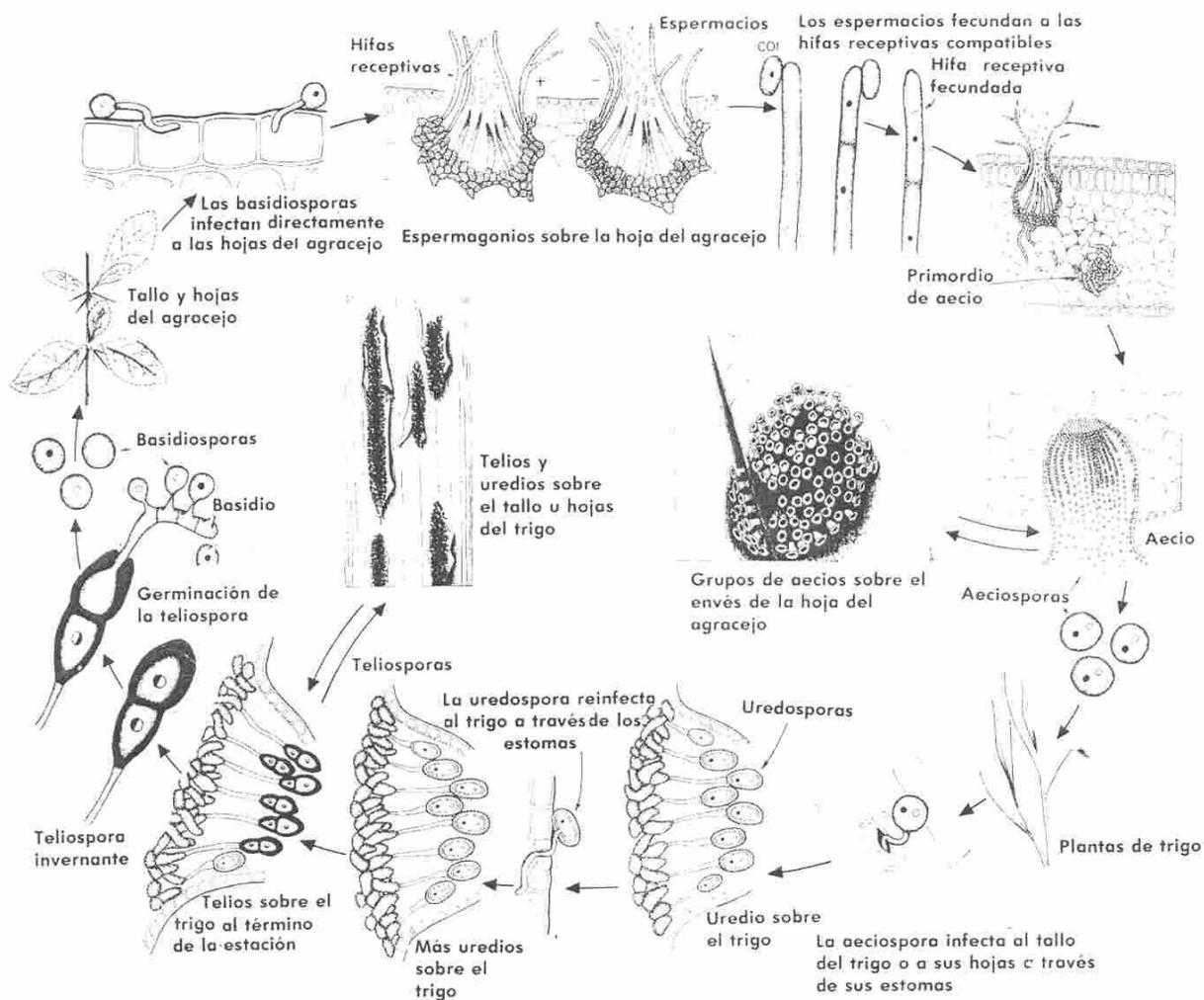


Figura 1. Ciclo patológico de la roya del tallo del trigo producida por *P. graminis tritici* (Agrios, 1985).

2. 5. 3. 1. Sobrevivencia de las esporas de royas en invierno

En las regiones templadas y frías *P. graminis* inverna como teliospora en residuos de cosecha. Este patógeno puede pasar el invierno no solo como teliospora, sino también como micelio perenne y como uredospora; estas esporas empiezan a diseminarse hacia el norte en la primavera, infectan a los campos de trigo a su paso, hasta llegar a infectar los trigos de primavera de Canadá. Durante el otoño, el viento acarrea las uredosporas hacia el sur, completándose el ciclo de esta manera. Se ha demostrado que este ciclo existe entre el noreste de México y Canadá. Al otro lado de las montañas Rocosas existe un ciclo semejante; en América Central y del Sur también, lo mismo ocurre entre el norte de África, Europa y en Asia (De la Garza, 1996; Roelfs, 1985b; Schafer *et al.*, 1985).

En los hospederos alternantes se desarrollan los estados sexuales de las royas y son fuente de nuevas formas virulentas y de inóculo al principio de la primavera. En ocasiones se forman nuevas razas de royas independientemente de los hospederos alternantes por mutación y mecanismos parasexuales en el estado uredial (De la Garza, 1996; Roelfs, 1985a).

Las urediosporas son del tipo de espora de las royas que causa más daño, por ejemplo, en el caso de *P. graminis*, el viento desplaza fácilmente a las uredosporas que se diseminan a grandes distancias. Estas esporas solamente pueden infectar trigo a través de los estomas, formándose un micelio intercelular que produce haustorios intracelulares; después de ocho a diez días, se forma una nueva uredia con uredosporas. De esta manera, es posible que ocurran varios ciclos asexuales de uredospora a uredospora hasta que la planta alcance su madurez. Lo anterior muestra que el estado uredial es más importante (De la Garza, 1996; Roelfs, 1985a).

2. 5. 4. Medición de la resistencia y registros de campo.

La medición de las royas en el campo es complicada a causa de las variaciones ambientales (que influyen sobre la manifestación de la enfermedad) y por las variaciones en cuanto al área foliar en los distintos ejemplares. Las escalas diagramáticas son entonces instrumentos esenciales para estimar la intensidad de la roya en un campo (Stubbs *et al.*, 1986).

Actualmente el Departamento de Agricultura de E.U. ha elaborado guías detalladas para ser usadas en viveros internacionales donde se estudia la roya, que permiten registrar la intensidad de las royas de la corona, del tallo y de la hoja en los cereales, sobre la base de la gravedad (porcentaje infectado de la planta) y la respuesta (tipo de reacción ante la enfermedad). De acuerdo con Stubbs *et al.*, (1986) y Roelfs *et al.*, (1992) se utiliza el siguiente procedimiento:

i) Se registra la gravedad como un porcentaje, según la escala de Cobb modificada. Como está basada en la observación, no se pueden obtener resultados absolutamente exactos. En consecuencia, frecuentemente se usan los siguientes intervalos: Traza, 5, 10, 20, 40, 60 y 100% de infección.

ii) La respuesta se refiere al tipo de infección y se clasifica de acuerdo con la escala siguiente: 0 - no hay infección visible; R - Resistente: áreas necróticas con o sin pústulas pequeñas; MR – Moderadamente Resistente: pústulas pequeñas rodeadas por áreas necróticas; M Intermedia: pústulas de tamaño variable, algo de necrosis y / o clorosis; MS - Moderadamente Sensible (Susceptible): pústulas de tamaño mediano, no hay necrosis, pero es posible que exista algo de clorosis; S Sensible (Susceptible): pústulas grandes, sin necrosis ni

clorosis.

Por lo general se combinan los registros de la gravedad y la respuesta, por ejemplo: 5MR=gravedad del 5% de un tipo moderadamente resistente, 60S = gravedad del 60% de un tipo sensible.

2. 5. 5. Razas fisiológicas de *Puccinia coronata* Cda.

El patógeno de la roya de la corona es muy especializado y por ello se han identificado muchas de sus razas fisiológicas. Originalmente se utilizaron trece variedades para la diferenciación, habiéndose identificado con ellas 113 razas de roya de la corona. Las razas fueron numeradas en forma consecutiva de la 1 a la 113. En 1950 se seleccionó otro grupo de 10 variedades diferenciales. Esto exigió una reagrupación de las razas de la roya de la corona. Las razas identificadas por el nuevo conjunto de variedades de diferenciación se enumeraron consecutivamente empezando con el número 201 para evitar confusiones con las razas identificadas previamente (Poehlman,1987a). De las experiencias que se han descrito parece deducirse que hay que usar muchos genes de resistencia a la roya de la corona, procedentes de diversas fuentes para atenuar el peligro de una nueva raza que se pueda multiplicar y que pueda afectar a un gran número de variedades comerciales (Harder *et al.*, 1984). La evaluación de la resistencia a la roya de la corona es mediante pruebas de los materiales en estado de plántula y en planta adulta.

Las razas de roya de la corona se identifican con las letras CR a las cuales se les agrega un número para identificar las razas, ejemplo: CR 36 que es una raza muy común en el Norte

de México (Salmerón *et al.*, 1994).

2. 6. Resistencia genética a enfermedades

2. 6. 1. Resistencia genética como concepto de importancia en la agricultura.

Resistencia es un complejo de propiedades provocadas por un organismo patógeno a través de un estrés que origina alteraciones en la capacidad biológica y productiva de la planta y que puede variar de una planta a otra. La resistencia cambia la relación normal parásito – huésped, inclinándola a favor del huésped. Los mecanismos de resistencia pueden ser de origen mecánico y fisiológico. Las diferentes formas de resistencia comprenden: resistencia aparente o por escape, axenia o resistencia pasiva, reacción de defensa o resistencia activa y resistencia horizontal y vertical (Herrera *et al.*, 1981).

2. 6. 1. 1. Resistencia y susceptibilidad genéticas.

Después de que el parásito ha establecido el contacto adecuado con el hospedero, el crecimiento del parásito depende de su capacidad para obtener y utilizar el alimento presente. Los términos de resistencia y susceptibilidad se refieren a la interacción de dos sistemas, por un lado el hospedero, por otro lado el parásito, de acuerdo con los alimentos que el primero presente al último. El efecto resultante en el hospedero varía mucho, cuando el balance es a favor del patógeno se dice que es muy susceptible; en caso contrario se dice que es muy resistente. Se tiene el conocimiento de que no todas las variedades de una misma especie son igualmente susceptibles a un patógeno determinado. Algunas especies o variedades pueden ser

muy susceptibles y otras muy resistentes (De la Garza, 1996).

Según De la Garza (1996), resistencia a una enfermedad es la suma total de cualidades de un hospedero y del patógeno que retardan las actividades del agente causal. La resistencia es solamente un grado relativo que las plantas manifiestan y que depende de varias condiciones como el medio, la naturaleza del patógeno y del hospedero. La enfermedad de la planta o de una especie, puede variar debido a la heterocigosidad del hospedero o del patógeno, afectándolos por separado o juntos. Así mismo, este autor afirma que el hecho de que una planta sea resistente a un patógeno no implica que sea resistente a otro. En general, la resistencia de un hospedero es específica para un patógeno; sin embargo, existen plantas resistentes a varios patógenos.

La resistencia natural puede ser de naturaleza estructural o bioquímica y en cada uno de los casos también, pasiva o activa. La resistencia estructural está dada por las características tisulares y celulares de la planta, a manera de construir una barrera o defensa contra la penetración o invasión y desarrollo de patógenos (De la Garza, 1996).

La resistencia bioquímica la determinan las sustancias que la planta produce normalmente (pasiva), o puede producir después de un estímulo (activa), y que consiste, esta última, en la elaboración de compuestos que son conocidos como agentes antimicrobianos como las fitoalexinas (De la Garza, 1996). Si se observa el número y naturaleza de los agentes que potencialmente pueden atacar las plantas, resistencia es la regla y la susceptibilidad la excepción, esto quiere decir que sólo pocos organismos del total son patógenos. De esta forma, la resistencia se manifiesta en la efectividad de las formas de defensa de las plantas

para disuadir los patógenos (De la Garza, 1996).

Algunas variedades muy susceptibles muestran una resistencia aparente. Dichas variedades pueden escapar a enfermedades debido a su rápido crecimiento o temprana madurez y a una cualidad inherente que las hace resistentes durante alguna etapa de su vida (ya sea temprana o tardía) y que, al sembrarse adecuadamente, pueden no coincidir con el período de abundancia del inóculo. Otras variedades presentan tolerancia a una enfermedad y pueden producir una buena cosecha a pesar de ser infectadas, ya sea porque son extraordinariamente vigorosas o porque tienen una estructura rígida. Incluso hay otras variedades que no son infectadas por ciertos patógenos, ya sea porque tienen muy pocos estomas, porque éstos están demasiado cerrados o están demasiado obstruidos con masas de células, o porque la cubierta cerosa de sus hojas, la cubierta gruesa de sus frutos, etc., no permiten que se introduzcan los patógenos. En todos estos casos; sin embargo, una vez que el patógeno ha infectado al hospedero, se desarrolla libremente y puede producir síntomas como si el hospedero fuera susceptible (Agrios, 1985). Por otro lado, las verdaderas variedades resistentes son aquellas en las que el patógeno y el hospedero son incompatibles entre sí, o la planta hospedera puede defenderse por sí misma de los ataques del patógeno mediante varios mecanismos de defensa que son activados como respuesta a la infección patogénica (De la Garza, 1996).

2. 6. 1. 2. Producción de antibióticos para la defensa del hospedero.

De la Garza (1996) describió que además de ligninas, taninos y melaninas, las plantas producen enzimas líticas, inhibidores proteínicos de enzimas y virus y gran variedad de

productos naturales que pueden funcionar como antibióticos para su resistencia. A su vez, los productos naturales se dividen en sistemas antibióticos constitutivos y fitoalexinas (antibióticos que son sintetizados de *novo* después de la infección). Estos compuestos existen en muchas familias de plantas, y se encuentran comúnmente en árboles forestales, en su madera, corteza y hojas. Las fitoalexinas son compuestos antimicrobianos de bajo peso molecular que se sintetizan y acumulan en las plantas después de la exposición de las mismas a los microorganismos; estas sustancias son predominantemente fenilpropanoides, insoprenoides y derivados de acetileno (De la Garza, 1996).

Se conocen como 150 fitoalexinas; no se sabe si la producción de estas sustancias es un proceso universal. Actualmente se han consignado fitoalexinas en cuando menos 16 familias, sobre todo dicotiledóneas; existe poca información de ellas en familias de monocotiledóneas y gimnospermas, y ninguna en plantas no vasculares (De la Garza, 1996).

Las fitoalexinas son tóxicas a hongos, bacterias, células de plantas superiores y células animales. Hay una correlación estrecha entre la acumulación de fitoalexinas y la resistencia hipersensitiva (necrogénica) a infecciones fúngicas y bacterianas en las plantas (De la Garza, 1996).

2. 6. 1. 3. Cambios ontogénicos en la resistencia

Los niveles de resistencia varían entre partes vegetales y tejidos, y entre plantas genéticamente idénticas de diferente edad. Por lo general, los niveles de resistencia en tallos y raíces aumentan muy rápido durante las primeras dos semanas de plántula o de nuevo

crecimiento de vástago (tallo), y lentamente de ahí en adelante, mientras que es frecuente que la resistencia en las hojas y frutos decline con la edad. Las hojas en cualquier estado de desarrollo son comúnmente más resistentes en las plantas en el tiempo de floración (De la Garza, 1996).

2. 6. 2. Resistencia genética horizontal y vertical

Según Herrera *et al.*, (1981) en los últimos veinte años se han empleado los términos resistencia horizontal y vertical. Resistencia vertical (resistencia específica o resistencia diferencial) es la forma de resistencia que depende de las razas del parásito (razas – dependencia). Es decir, una planta con resistencia vertical es resistente a determinadas razas del parásito (patotipos), por lo cual a otras razas del mismo parásito puede haber una reacción de sensibilidad. Las variedades con resistencia horizontal (resistencia no específica o resistencia general) son resistentes a todas las razas del parásito; por lo tanto, se dice que esta resistencia es también independiente de las razas del parásito.

La resistencia horizontal es más estable que la vertical, lo que significa que puede ser rota muy poco o casi nada al aparecer nuevas razas del parásito. Además, las variedades con resistencia horizontal no permiten la selección de razas agresivas del parásito, mientras que las variedades con resistencia vertical permiten la aparición selectiva de parásitos agresivos dentro de estos (Herrera *et al.*, 1981).

Si la resistencia de una planta a un patógeno es resultado de uno o varios mecanismos de defensa controlados por uno o varios genes, respectivamente, dicha resistencia se llama

específica o vertical y puede ser monogénica (un gen) u oligogénica (varios genes) y los genes que la codifican se conocen como genes mayores. Si la resistencia se debe a una combinación de mecanismos de defensa menos eficiente, cada uno de los cuales es individualmente ineficaz contra el patógeno y son controlados por un grupo o grupos de genes complementarios, entonces la resistencia es conocida como resistencia general u horizontal. Este tipo de resistencia es casi siempre poligénica y los genes que la controlan se llaman genes menores (Robinson, 1973).

2. 6. 2. 1. La naturaleza de la resistencia horizontal.

Robinson (1973) estableció que la resistencia vertical involucra mecanismos, los cuales están dentro de la capacidad de cambio de los patógenos; y la resistencia horizontal involucra mecanismos, los cuales están más allá de la capacidad de cambio de los patógenos.

Según Robinson (1987), antes de que se hubiera hecho cualquier intento de domesticación, cada progenitor silvestre de nuestros cultivos tuvo un nivel natural de resistencia horizontal. En la agricultura, existen tres razones por las cuales el nivel de resistencia horizontal del cultivo es el nivel necesario para controlar los parásitos de los cultivos, y es un nivel de resistencia considerablemente mayor que el nivel natural (Robinson, 1987):

Primera: Existe una necesidad comercial que establece que ni el rendimiento ni la calidad del producto sufran daños debidos al parásito.

Segunda: Varias condiciones de la agricultura, tales como la uniformidad de los

cultivos y la densidad de población del hospedante, artificialmente alta, tienden a favorecer el crecimiento del parásito. Las necesidades de resistencia horizontal del cultivo deben, consecuentemente, ser más altas que el nivel natural.

Tercera: Para requerir un incremento en la resistencia horizontal en los cultivos, es necesario que el patosistema silvestre este con frecuencia controlado por un subsistema vertical.

Cuarta: se puede afirmar que el nivel de resistencia horizontal en los cultivares usualmente es menor que el nivel natural debido a que ha sufrido erosión durante el proceso de fitomejoramiento. La hibridación en busca de resistencia horizontal, con frecuencia requerirá un incremento mayor que el simple cambio de un nivel natural a su nivel de cultivo. En algunos cultivos, el incremento puede aun requerir un incremento del nivel natural al nivel de cultivo si pretendemos lograr satisfacer el requerimiento comercial.

2. 6. 2. 2. Inmunidad

Las relaciones entre el patógeno y el hospedero varían desde cero o ninguna infección, hasta la infección completa. La relación cero entre la planta y el patógeno puede considerarse como inmunidad y esto no es común en las plantas. Existen dos formas de inmunidad en las plantas: la natural y la adquirida. La primera es mejor que la segunda. Se establece que una planta tiene inmunidad natural para cierto patógeno cuando plantas relativamente próximas genéticamente a ella son atacadas por el patógeno. Cuando el resultado de la acción del hospedero y el patógeno es mayor que cero, el fenómeno se llama resistencia o susceptibilidad (De la Garza, 1996).

Aunque la inmunidad es rara en las plantas, algunas variedades de papa son inmunes a

la enfermedad verruga de la papa (*Synchytrium endobioticum*); muchas variedades de trigo son inmunes al carbón de bandera (*Urocystis tritici*). La inmunidad adquirida es frecuente en los animales y en el hombre, pero es rara en las plantas. Las plantas que se recobran de una enfermedad no adquieren resistencia a un nuevo ataque; por lo menos no se conoce hasta ahora ningún caso en el que adquieran inmunidad (De la Garza, 1996).

2. 6. 2. 3. Tolerancia

Tolerancia es la capacidad que tiene una planta para crecer y producir una cosecha aceptable, cuando otras plantas con un grado semejante de infección sufren serios daños y producen menos. La tolerancia es frecuente en las plantas, sobretodo en las perennes, donde debido a su larga vida, están expuestas por un período prolongado a la acción de patógenos (De la Garza, 1996).

Con frecuencia, el patógeno completa su ciclo en las plantas tolerantes, de manera que su existencia no se ve amenazada por estas plantas y no hay el peligro que sufra una mutación a formas más virulentas. Esta cualidad puede ser muy importante en el manejo de poblaciones de patógenos y en la obtención de la productividad adecuada del huésped (De la Garza, 1996).

2. 6. 3. Herencia de la resistencia a *Puccinia coronata* Cda.

La posibilidad de combatir las enfermedades a través de la resistencia de la planta huésped es un principio biológico bien establecido. Los fitogenétistas han seleccionado conscientemente variedades con resistencia a enfermedades desde antes de 1900, pero las

fuerzas selectivas de la naturaleza han operado desde la iniciación de la vida vegetal. El mejoramiento para resistencia a enfermedades se basa en unos cuantos principios bien conocidos y en algunos procedimientos comúnmente utilizados. Estos principios y procedimientos pueden resumirse a continuación (Poehlman, 1987a):

1. La resistencia a una enfermedad específica no se adquiere o se crea; es preciso encontrar primero genes para resistencia en alguna variedad, o en una especie íntimamente emparentada.
2. Una vez que se conocen los genes para resistencia, se pueden transferir a una variedad adaptada mediante los procedimientos ordinarios de hibridación.
3. Muchos de los organismos que incitan las enfermedades están constituidos por varias formas biológicas especializadas, conocidas con el nombre de biotipos o razas fisiológicas, que difieren en su patogenicidad sobre las diferentes variedades de la misma especie. Por lo tanto, la resistencia de las variedades es una expresión tanto del genotipo de la planta como del genotipo del parásito, y está condicionada por factores de predisposición del medio ambiente.
4. La forma de herencia de la resistencia a muchas enfermedades específicas o a los biotipos de las mismas parece que es bastante simple y está regida por uno o dos genes principales. La resistencia puede ser dominante o recesiva, aun cuando la reacción dominante es la más común.
5. En el mejoramiento para resistencia es necesario distinguir entre las plantas resistentes y susceptibles que han sido expuestas a la enfermedad, ya sea bajo condiciones naturales o mediante infecciones inducidas artificialmente.
6. Es necesario efectuar pruebas de progenie de las plantas resistentes para verificar la naturaleza intrínseca de dicha resistencia y asegurarse de que las plantas no

infectadas están sanas simplemente por haber escapado a la infección, y no por tener resistencia en sí mismas.

Se dice que el problema básico en las técnicas de mejoramiento para resistencia a enfermedades, es el de proporcionar un medio donde prevalezcan las enfermedades. Debido a que las enfermedades no se presentan en el campo en forma generalizada todos los años, es recomendable que el fitogenetista esté en condiciones de establecer en forma artificial condiciones en que se manifieste la enfermedad, ya sea en el campo o en el invernadero, (Poehlman, 1987b).

Es muy recomendable que haya una estrecha cooperación entre el fitopatólogo y el agrónomo con el objetivo de: A) Que los materiales genéticos bajo prueba se expongan a los biotipos apropiados del organismo patógeno. B) Que la intensidad de la enfermedad inducida sea adecuada para que se puedan manifestar diferencias entre las plantas o las líneas que se estén evaluando. C) Que las líneas resultantes se seleccionen basándose tanto en su resistencia a las enfermedades como en las características agronómicas que las hagan convenientes para su uso agrícola (Poehlman, 1987a).

Uno de los principales objetivos del mejoramiento genético de avena es incorporar resistencia a las royas de la corona y del tallo (causadas por *Puccinia coronata* Cda. var. *avenae* y *P. graminis* Pers. f. *sp. avenae*, respectivamente). Se han obtenido progresos sobresalientes con genes de resistencia encontrados dentro de especies hexaploides. Sin embargo, con el paso de los años, algunas razas de roya de la corona encontradas en Norteamérica han parasitado a muchas o casi todas las variedades de especies hexaploides. La

resistencia de plántulas a las razas virulentas 203 y 264 ha sido encontrada solamente en pocas variedades de la especie diploide *Avena strigosa* Schreb., y en una selección de la especie tetraploide *A. abyssinica* Hochst., P. I. 193958. Las especies diploides y tetraploides, las cuales constituyen fuentes de resistencia a enfermedades, les faltan características deseables de las variedades cultivadas de avena (hexaploides). Por consiguiente, la utilización de los genes de resistencia a enfermedades encontrados en estas especies dependerá de la transferencia de estos genes dentro de variedades hexaploides a través de la hibridación interespecífica (Zillinsky *et al.*, 1959). Se han realizado cruzamientos interespecíficos entre especies hexaploides, tetraploides y diploides dentro del género *Avena* para reunir genes de resistencia a roya de la corona y con un comportamiento normal a la producción comercial, pero con las progenies obtenidas de estos híbridos resultantes, se pierden los caracteres reunidos (resistencia y alta producción comercial) al llegar a la F₂ por encontrar baja fertilidad en la semilla de los materiales genéticos resultantes y con muchas anomalías cromosómicas; sin embargo, deberán de continuarse estas investigaciones para vencer estas barreras (Thomas, 1992).

En estudios recientes sobre resistencia a la roya de la corona, se han identificado genes de resistencia en especies silvestres de avena como *Avena sterilis*, que es una fuente probablemente de nuevos genes para resistencia a la roya de la corona, el crecimiento de esta especie silvestre de avena se dió cerca del hospedero alternativo *Rhamnus sp.* (Radierno Europeo) en Israel y esto es de gran valor agronómico, pues examinando un gran número de accesiones de *A. sterilis* colectadas en Israel y el Sur de Europa, se ha verificado que genes para resistencia general y específica están presentes, y que esta condición de resistencia se aplica a un amplio espectro de razas virulentas. Comúnmente, al hablar de los genes resistencia a la

roya de la corona, se utiliza el símbolo Pc y este se identifica por un número (Pc-1, Pc-2, etc.) (Poehlman, 1987b).

Actualmente, la resistencia genética a la roya de la corona y su herencia se considera bastante estudiada y compleja, sobretodo porque puede estar ligada a un solo par de genes (monogénica) o también estar ligada a varios pares de genes (poligénica) (Marshall y Shaner, 1992).

Relativamente se conoce poco acerca de la genética de la resistencia a la roya de la corona de especies diploides y tetraploides. Estudios con diferentes variedades de *A. strigosa* (Murphy *et al.*, 1958 y Myers *et al.*, citados por Marshall y Myers, 1961), han indicado que la resistencia a la roya de la corona esta condicionada por 1, 2, o 3 genes dominantes independientes. Tal información genética es importante en el diseño de experimentos para transferir la resistencia a variedades de avena hexaploides. Información sobre la compatibilidad de los cruzamientos entre especies del género *Avena* y fertilidad de híbridos interespecíficos es también de valor básico y práctico (Zillinsky, citado por Marshall y Myers, 1961).

Según Aung *et al.* (1998), la roya de la corona es la mayor enfermedad foliar de avenas cultivadas en Canadá y en los Estados Unidos. Se estima que la reducción en el rendimiento de grano causado por el patógeno, basado en reportes anuales de los Laboratorios de Royas de los Cereales del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, varía de 10% a 35%, dependiendo de la severidad de la infección y del cultivar usado.

Resistencia altamente efectiva a la roya de la corona, fue identificada en una accesión de *A. strigosa* (RL1697), se incorporó dentro del cultivar de avena hexaploide llamado Sun II, por combinación de genomas diploides y hexaploides para formar un octaploide ($2n=56$). Se reportó la transferencia exitosa de la resistencia a la roya de la corona proveniente del diploide silvestre *A. strigosa* (RL1697) dentro del cultivar Hexaploide Sun II. El nuevo genotipo resistente de Sun II fue designado como S42 y el gene de resistencia de S42 es designado como Pc94. La línea S42 se utilizó como progenitor masculino y se cruzó con 11 cultivares de avena (AC Belmont, AC Marie, AC Preakness, Caliber, Dal, Derby, Dumont, Jasper, Riel, Robert y Steele). En el registro genético de los cultivares de avena SunII, Caliber, Dal, Derby y Jasper, Pc94 es heredado como un gen completamente dominante, pero en los cultivares AC Belmont, AC Marie, AC Preakness, Dumont, Riel, Robert y Steele, la expresión de Pc94 fue modificada, ya que los cultivares antes mencionados, llevan el gene Pc38, este resultado hace pensar que la expresión de Pc94 puede ser suprimida por Pc38. Aunque Pc94 es un gene altamente efectivo, es esencial que este sea desarrollado en combinación con otros genes Pc para prolongar su utilidad en mejoramiento genético de avena. El gene Pc94 en el genotipo S42 proporciona una nueva y valiosa fuente de resistencia a roya de la corona para fitomejoramiento de *Avena* (Aung *et al.*, 1998).

Comúnmente los genes de resistencia a la roya de la corona en avena se representan con las letras Pc donde los genes Pc 58, Pc 59 y Pc 60, son los más requeridos para contrarrestar las razas de esta enfermedad al Norte de México (Salmerón *et al.*, 1994).

Una sinopsis de estudios de herencia de la resistencia en términos de descripción de

genes ha sido compilada por Simons *et al.* (citados por Simons, 1985) y en este catálogo se enlistan 61 genes de herencia simple para la resistencia a la roya de la corona.

Salmerón y Huerta (1996) reportaron los genes de herencia simple más utilizados en México, siendo estos 28: Pc 14, Pc 35, Pc 36, Pc 38, Pc 39, Pc 40, Pc 45, Pc 46, Pc 48, Pc 50, Pc 51, Pc 52, Pc 53, Pc 54, Pc 55, Pc 56, Pc 57, Pc 58, Pc 59, Pc 60, Pc 61, Pc 62, Pc 63, Pc 64, Pc 67, Pc 68, Pc 70 y Pc 71.

2. 7. El uso de la biotecnología en la agricultura

a biotecnología puede ser definida como un campo del conocimiento dirigido hacia la producción de bienes y servicios, mediante la utilización de sistemas biológicos o sus productos. Actúa dentro de un campo interdisciplinario que ha surgido de las prácticas tradicionales y también del conocimiento científico derivado de las ciencias biológicas y de la bioingeniería. Esta última aporta los conocimientos básicos de ingeniería que permiten racionalizar los procesos biológicos de producción. Se admite que, en el presente, la biotecnología proporciona elementos valiosos para la utilización de una gran variedad de recursos renovables o no renovables, tanto en las sociedades industrializadas como en los países en vías de desarrollo (Reyes, 1988).

La biotecnología y dentro de esta el cultivo *in vitro* de tejidos vegetales, ha capturado la atención e imaginación de mucha gente, porque es un campo que ofrece interesantes posibilidades especialmente para la agricultura. Por medio de este procedimiento, los investigadores han podido obtener plantas partiendo de unas pocas células disectadas de una

raíz, de una hoja e inclusive del polen de las flores. En el caso del arroz, por ejemplo, se ha demostrado que se pueden obtener en el laboratorio plantas 100% uniformes genéticamente en solo 8 a 9 meses. Con el fitomejoramiento tradicional, se necesitarían tres a cuatro años. Esto hace posible un ahorro de tiempo y dinero (Reeves, 1988).

La biotecnología se aplica ya ampliamente en la multiplicación, selección y transformación de las plantas. Las primeras etapas de la multiplicación de papas, fresas, frambuesas, rosas y orquídeas, se realizan en laboratorio. Al principio, se trataba sobre todo de obtener plantas sanas; después estas técnicas han resultado ser potentes herramientas para lograr otros objetivos, tal es el caso de la producción de las semillas artificiales que se basan en la producción de embriones a partir de células de la planta, los embriones producidos artificialmente se recubren con un medio protector y nutritivo. El modelo funciona con la alfalfa y el tomate, donde resulta bastante rentable, pues su semilla híbrida es de un alto precio (Hiron, 1992).

El cultivo de tejidos vegetales, consiste esencialmente en aislar una porción de la planta (explante) y proporcionarle artificialmente las condiciones físicas y químicas apropiadas para que las células expresen su potencial intrínseco o inducido. Es necesario además, adoptar procedimientos de asepsia para mantener los cultivos libres de contaminación microbiana (Roca y Mroginski, 1991).

En su acepción amplia, “el cultivo de tejidos *in vitro*” comprende un heterogéneo grupo de técnicas mediante las cuales, un explante (parte separada de un vegetal, por ejemplo: protoplasto, célula, tejido, embrión, órgano) se cultiva asépticamente en un medio de

composición química definida y se incubaba en condiciones ambientales controladas. Los objetivos perseguidos con la utilización del cultivo *in vitro* de tejidos vegetales se pueden resumir así: a) estudios básicos de fisiología, genética, bioquímica, y ciencias afines; b) bioconversión y producción de compuestos útiles; c) incremento de la variabilidad genética; d) obtención de plantas libres de patógenos; e) propagación de plantas; y f) conservación e intercambio de germoplasma (Mroginski y Roca, 1991). De estas consideraciones surge que el establecimiento de los cultivos de tejidos, es decir, la separación del explante y las operaciones relacionadas con su incubación *in vitro*, dependerá en gran medida del tipo de explante y del sistema de cultivo que se emplee, los que a su vez dependerán del objetivo perseguido. En otras palabras, las técnicas que se emplean para cultivar protoplastos no son exactamente las mismas que se usan para cultivar meristemas; del mismo modo, un determinado sistema de cultivo puede ser de gran utilidad para el logro de un objetivo pero puede no ser útil para otro (Mroginski y Roca, 1991).

2. 7. 1. Micropropagación: conceptos y metodología

El concepto original de cultivo de tejidos vegetales se ha extendido modernamente para abarcar tanto el cultivo aséptico de tejidos como el de células y órganos, dentro de un grupo de técnicas que se fundamentan en varios principios. Entre estos principios, los más importantes sin duda son la totipotencialidad celular propuesta por Haberlandt en 1902, (citado por Villalobos y Thorpe, 1991) y la hipótesis del balance hormonal sugerida por Skoog *et al.* (citados por Villalobos y Thorpe, 1991). Aún cuando estos principios fundamentales han sido cuestionados por diversos autores, parecen encontrar cierto grado de fundamentación en la mayoría de los modelos biológicos empleados en el estudio de la morfogénesis *in vitro*

(Villalobos y Thorpe, 1991).

Se puede decir que cuando un inóculo con potencialidad de diferenciación se incuba en condiciones favorables (balance hormonal apropiado) regenera un nuevo individuo; sin embargo, es pertinente definir el concepto de micropropagación. Si el cultivo de tejidos consiste en cultivar asépticamente diferentes explantes constituídos por fracciones de un tejido u órgano que se extrae de la planta, la micropropagación es prácticamente una mutiplicación masiva *in vitro* (Mroginski y Roca, 1991; Villalobos y Thorpe, 1991). Murashige (1974) ha propuesto tres pasos fundamentales para micropropagar eficientemente una especie: 1) el establecimiento aséptico del cultivo; 2) su multiplicación y 3) el enraizamiento y la preparación del inóculo para su transplante al suelo.

2. 7. 1. 1. Establecimiento aséptico del cultivo:

Una vez seleccionado el mejor explante se requiere desinfectarlo superficialmente; la razón es que en el medio de cultivo pueden crecer microorganismos, principalmente bacterias y hongos, que competirán ventajosamente con el explante. Para esta desinfección se han empleado diferentes compuestos, siendo las más comunes las soluciones de hipoclorito de sodio y de calcio, peróxido de hidrógeno, el nitrato de plata, el alcohol a diferentes porcentajes y otros. La selección y concentración de los desinfectantes y el tiempo de desinfección se determinan, en gran medida, por las características del explante; en la práctica, se establecen experimentalmente por ensayo y error (Villalobos y Thorpe, 1991). El explante debe responder eficientemente bajo las condiciones *in vitro*, es importante considerar el hecho de que el aislamiento de un tejido u órgano del resto de la planta provoca un estado de estrés que

altera su metabolismo celular y, en forma determinante su balance hormonal. Se puede considerar que un buen explante es aquel cuyas células sobreviven, en una alta proporción, a la descomposición antes señalada, y que luego responde eficientemente a las condiciones *in vitro* (Villalobos y Thorpe, 1991).

2. 7. 1. 2. Crecimiento del inóculo

En estado de crecimiento, el explante se multiplica con la formación de callos o sin ella, según las condiciones de cultivo. La fase intermedia de formación de callos se evita cuando se tienen fines de micropropagación debido al hecho, ya ampliamente conocido, de que las plantas provenientes de callos presentan diferentes grados de variación; ésta puede ser del tipo epigenético o corresponder a mutaciones verdaderas (Larkin y Scowcroft, 1981).

2. 7. 1. 3. Enraizamiento de los brotes y preparación para su trasplante.

El proceso de enraizamiento en los brotes propagados *in vitro* requiere generalmente del trasplante a un medio de cultivo con menor concentración de sales. El medio de Murashige y Skoog (1962), por ejemplo, diluído al 50% ha dado resultados positivos en diferentes especies. Asimismo, se requiere cambiar el balance hormonal, esto es, disminuír las citocininas y aumentar las auxinas exógenas. En algunas especies, la eliminación de las citocininas exógenas ha sido suficiente estímulo para la diferenciación del sistema radical (Thorpe, citado por Villalobos y Thorpe, 1991).

Si el sistema radical fue diferenciado *in vitro*, las plantas no se pueden trasplantar

directamente a las condiciones de invernadero sin una paulatina adaptación (aclimatación) a las condiciones del suelo. A este período de adaptación se le ha denominado período de endurecimiento. De acuerdo con los procedimientos recomendados con especies anuales, leñosas y suculentas, las plantas obtenidas *in vitro* se deben lavar cuidadosamente para eliminar todos los residuos de agar, que pueden ser una fuente de contaminación. Posteriormente, se transplantan a recipientes con suelo estéril y se cubren con bolsas de polietileno, que se van perforando gradualmente hasta que queden eliminadas completamente en un período 15 a 20 días; esto se hace con el objeto de adaptar paulatinamente las plantas a las condiciones de invernadero. Durante esta fase de aclimatación –endurecimiento, las plantas se riegan preferentemente con un medio de cultivo diluído al 50% y posteriormente se sustituye esta fórmula de riego por soluciones nutritivas menos complejas (Villalobos y Thorpe, 1991).

2. 7. 1. 4. Factores determinantes en la micropropagación.

Existen diferentes factores que determinan el éxito en los sistemas de micropropagación; entre estos sobresalen principalmente los siguientes:

- a) La planta donadora del explante.
- b) El explante.
- c) Factores físicos.
- d) Medio de cultivo.

A continuación se da una breve descripción de cada uno de los factores más

determinantes en la micropropagación:

a). La planta donadora del explante:

El estado fisiológico de la planta que da el explante (planta madre) influye significativamente en su capacidad morfogénica. Se ha encontrado por ejemplo, que los requerimientos nutricionales y hormonales difieren cuando los tejidos cultivados provienen de plantas en diferentes edades fisiológicas (Styer *et al.*, citados por Villalobos y Thorpe, 1991). Asimismo, se ha observado que la edad fisiológica del explante tiene gran influencia en la morfogénesis. Se sabe que mientras más joven y menos diferenciado esté el tejido que se va a sembrar, mejor será la respuesta *in vitro* (Villalobos y García, 1982b).

La posición relativa de las yemas es otro factor importante. Se ha observado, por ejemplo, que las yemas axilares de rosa (*Rosa sp.*), obtenidas de la parte media del tallo, se desarrollan más rápidamente que aquellas obtenidas de la base o la porción apical (Bressan *et al.*, citados por Villalobos y Thorpe, 1991). Sin embargo, en el espárrago y la grosella las yemas apicales son las únicas que producen plantas *in vitro* (Styer *et al.*, citados por Villalobos y Thorpe, 1991).

En el caso de especies propagadas vegetativamente, los brotes jóvenes han sido generalmente la fuente del explante (Villalobos, 1980).

b). El explante.

El explante es una parte de un tejido o de un órgano que se aísla del resto de la planta con fines de cultivo. La selección del explante puede hacerse teniendo en cuenta el sistema de

propagación de la planta. Por ejemplo, si las plantas que se van a micropropagar tienen reproducción por semilla, las partes embrionales o de la plántula son las fuentes más comunes de explantes; las semillas pueden ser desinfectadas superficialmente y germinar en condiciones de asepsia. Este método se usa extensivamente en coníferas y otras especies maderables (Villalobos *et al.*, 1982a).

El tamaño del explante no tiene aparentemente mayor influencia. Solamente en el caso de que se persiga obtener plantas libres de virus, los meristemas tienen una alta probabilidad de diferenciar plantas libres de estos patógenos; sin embargo, es más difícil regenerar de ellos plantas completas (Villalobos *et al.*, 1982a).

c). Factores físicos:

Considerando que muchos factores pueden influir en la micropropagación, los factores físicos juegan un papel muy importante; la luz y la temperatura han sido los factores físicos más extensivamente estudiados. La temperatura de incubación para la propagación de la mayoría de las familias fluctúa entre 24 y 28°C. Se han variado los regímenes de temperatura durante el día y la noche, y se ha encontrado que únicamente en un reducido número de especies dicha variación es ventajosa (Chee *et al.*, citados por Villalobos y Thorpe, 1991).

Investigaciones realizadas en *Pinus radiata* han comprobado que la luz es un factor fundamental en la morfogénesis, y se ha observado que en la especie mencionada, la luz interacciona con una citocinina al darse la diferenciación de los brotes adventicios, y la morfogénesis no ocurre cuando falta uno de esos dos componentes. La función de la luz en la diferenciación involucra varios componentes como son la intensidad, el fotoperíodo y la

calidad; aunque se reconoce la importancia morfogénica de estos componentes, los estudios realizados con el fin de analizarlos son escasos (Villalobos y Thorpe, 1991).

d). Medio de cultivo:

El éxito en el cultivo de tejidos depende de la selección del medio de cultivo, incluyendo su composición química y su forma física (Gamborg *et al.*, 1976).

En la Figura 2 se pueden observar los principios básicos del Cultivo *in vitro* de Tejidos Vegetales y los caminos que puede seguir un explante en su respuesta.



Figura 2. Principios básicos del Cultivo *In vitro* de Tejidos Vegetales y Comportamiento de los explantes en sus posibles respuestas (Pérez *et al.*, 1999).

Como puede apreciarse, la respuesta de un tejido al cultivo *in vitro* depende de la interacción entre el explante, el medio y las condiciones de cultivo. Esta respuesta se puede dar como organogénesis (formación de órganos adventicios como raíces y brotes), embriogénesis somática (formación de embriones a partir de células somáticas), formación de tejido calloso o simplemente desarrollo de tejido. Una respuesta no deseable, pero que comúnmente suele presentarse, es la necrosis del tejido, la cual es producto de una elección errónea del explante y / o del medio de cultivo (Pérez *et al.*, 1999).

2. 7. 2. Regeneración de plantas a partir de embriogénesis somática y de organogénesis.

En 1902, Haberlandt propuso la teoría de que todas las células vegetales tienen la capacidad para formar plantas completas, es decir, que tienen totipotencialidad. Sin embargo, esta hipótesis no pudo ser demostrada en aquel tiempo (Krikorian y Berquam, 1969).

White (citado por Litz y Jarret, 1991) informó acerca de la inducción de yemas adventicias *in vitro* a partir de callos de *Nicotiana glauca* X *N. langsdorfii* y Nobecourt en 1939 (citado por Litz y Jarret, 1991) obtuvo raíces adventicias de un callo de zanahoria; estos experimentos respaldaron indirectamente la teoría de totipotencialidad celular.

La regeneración de plantas directamente de los explantes, o a partir de callos, por medio de la organogénesis o de la embriogénesis somática; se ha utilizado como una alternativa en los métodos de propagación; sin embargo, esa aplicación ha sido limitada a causa de la poca estabilidad genética en los cultivos de callos. Sin embargo, también hay necesidad de regenerar plantas a partir de células selectas, así como la necesidad de establecer

métodos genéticos celulares aplicables en el mejoramiento de las plantas y la recuperación de variantes somaclonales; en consecuencia, hay un extremado interés en definir las vías de regeneración para varias especies de plantas de importancia económica (Litz y Jarret, 1991).

2. 7. 2. 1. Embriogénesis somática

Los embriones somáticos, asexuales o adventicios han sido definidos como los diferenciados a partir de células que no son el producto de la fusión de gametos (Tisserat *et al.*, 1979). Son estructuras bipolares con un eje radical- apical, y no poseen conexión vascular con el tejido materno; las estructuras bipolares deben ser capaces de crecer y formar plantas normales (Litz y Jarret, 1991).

La totipotencialidad de las células vegetales cultivadas *in vitro* fue estudiada en forma simultánea por Steward *et al.*, (1958) y Reinert (citado por Litz y Jarret, 1991), quienes describieron la inducción de embriones somáticos a partir de callos derivados de la zona apical de la raíz de la zanahoria (*Daucus carota*). En ciertos aspectos, los embriones somáticos mantienen una similitud con los embriones cigóticos; sin embargo, tanto *in vivo* como *in vitro* pueden ocurrir algunas anomalías en el desarrollo, tales como: la fasciación y la fusión de los cotiledones.

Steward *et al.*, (1958) consideraron que el aislamiento físico de las células a partir de tejidos de plantas maduras, era la causa de que ellas se convirtieran en embriogénicas; sin embargo, las evidencias no apoyan este punto de vista. Más bien las células que dan origen a los proembriones son ricas en almidón y poseen una vacuola pequeña (Halperín, citado por

Litz y Jarret, 1991).

Es necesaria la presencia de una auxina para la iniciación de un callo embriogénico. Usualmente se emplea el 2,4-D, el cual aparentemente brinda el estímulo o inicia la inducción de la embriogénesis somática en el callo. Sin embargo, la maduración de los embriones y la germinación no ocurren en presencia del 2,4-D (Halperin y Wetherell, 1965b); por lo tanto, hay que remover la auxina, o usarla en concentraciones más bajas. También se dice que la inducción de la embriogénesis somática así como el desarrollo de los diferentes estados subsiguientes de los embriones dependen de la presencia de nitrógeno reducido (Halperin y Wetherell, 1965a; Halperin, 1966).

Se creyó inicialmente que la diferenciación o la formación de callo ocurría en un medio con auxina, y que la formación de embriones y su desarrollo ocurre después de subcultivar el callo en un medio libre de la auxina (Steward *et al.*, 1964). Actualmente es evidente que la inducción de embriones ocurre en presencia de auxina (Halperin, 1966). También se ha encontrado que los cultivos en suspensión mantenidos mediante el subcultivo continuo en medios con auxinas, es común que regeneren embriones globulares (Litz y Jarret, 1991).

Existen interpretaciones acerca de la naturaleza de la diferenciación que da como resultado la embriogénesis somática. Se cree que dentro de un explante ciertas células están preacondicionadas para los eventos morfogenéticos que llevan a esta embriogénesis (Tisserat *et al.*, 1979 y Thorpe, citado por Litz y Jarret, 1991). Por lo anterior, la presencia de reguladores exógenos de crecimiento, usualmente el 2,4-D, no solamente inicia el desarrollo de los embriones somáticos, sino que también estimula la multiplicación clonal de las células

predeterminadas (Litz y Jarret, 1991).

Evans *et al.* (1981), por otro lado, creen que la embriogénesis puede derivarse también de tipos diferenciados de células por medio de la predeterminación; este patrón de desarrollo induce la embriogénesis en determinadas células y se basa en la suposición de que ciertas células que conducen a la embriogénesis somática han sido reprogramadas *in vitro*.

2. 7. 2. 2. Factores que afectan la Embriogénesis somática

1) El explante: Todos los tejidos tienen la capacidad para formar callos in vitro; sin embargo, relativamente pocos explantes tienen la habilidad para producir callos embriogénicos. Usualmente se han usado como explantes partes de plántulas como cotiledones, hipocótilos, y embriones; adicionalmente se han usado ápices caulinares, segmentos de tallos, hojas, raíces e inflorescencias inmaduras (Litz y Jarret, 1991). Los embriones inmaduros se usan generalmente en los pastos (Gamborg *et al.*, 1970) y en los cereales (Vasil y Vasil, 1980); sin embargo, también se ha empleado la porción basal de las hojas jóvenes de mijo (Haydu y Vasil, 1981) y del sorgo (Wernicke y Brettell, 1980). En las gramíneas es importante la posición de los embriones cigóticos en el cultivo; el eje embrionario debe estar en contacto con el medio (Litz y Jarret, 1991).

La respuesta embriogénica del callo depende del genotipo de la planta. Algunos cultivares se pueden regenerar fácilmente en un medio específico, mientras que otros cultivares no responden en el mismo medio (Litz, 1984a). El estado de desarrollo de la planta madre afecta la respuesta morfológica del explante; Banks (citado por Litz y Jarret, 1991)

observó que los explantes obtenidos a partir de plantas maduras de *Hedera helix* formaban callos embriogénicos, mientras que ello no ocurría con explantes de plantas jóvenes.

2) El medio de cultivo: Generalmente se ha usado el medio desarrollado por Murashige y Skoog (1962) o la modificación de esta formulación (Evans *et al.*, 1981); la concentración alta de sales de este medio parece ser muy benéfica para el crecimiento de embriones somáticos (Ammirato, 1983).

Wetherell (citado por Litz y Jarret, 1991) demostró que es posible aumentar el potencial embriogénico de los callos de zanahoria exponiéndolos a niveles altos de sacarosa o de manitol; la sacarosa se usa en concentraciones de 2% a 3% y hasta 12%. El nitrógeno, suministrado como nitrato o como ion amonio, es esencial (Halperin y Wetherell, 1965a); el nitrógeno orgánico provisto por la glutamina y la alanina (Wetherell *et al.*, citados por Litz y Jarret, 1991), también por la caseína hidrolizada (Ammirato y Steward, 1971) es muy beneficiosa y puede reemplazar el nitrógeno inorgánico en el medio.

Los niveles altos de sacarosa parecen tener un efecto comparable al producido por el ácido abscísico. Las concentraciones altas de esta sustancia estimulan la formación de los callos embriogénicos (Lu *et al.*, 1982) y reducen la frecuencia de anomalías de desarrollo tales como la formación de embriones secundarios, la fasciación y la formación de policotiledones; también inhiben la germinación precoz (Ammirato y Steward, 1971).

3) Reguladores del crecimiento. La mayoría de los sistemas embriogénicos requieren, para la inducción de los embriones, de una concentración alta de auxina (generalmente 2,4-D)

en el medio. Para las gramíneas, el 2,4-D es la única auxina que se usa (Evans *et al.*, 1981). En el caso de la zanahoria han sido efectivas varias auxinas, por ejemplo ANA (Ácido Naftaleno acético) (Ammirato y Steward, 1971), AIA (ácido indolacético) (Sussex *et al.*, citados por Litz y Jarret, 1991) y 2,4-D (Halperin y Wetherell, 1965b). También auxinas clasificadas como sintéticas, entre las que se encuentran el picloram, el 2,4,5,-T, el ácido 2-benzothiazol acético, y el ácido paraclorofenoxiacético han comprobado ser muy efectivas (Litz y Jarret, 1991).

La concentración común de 2,4-D esta dentro del rango de 0.5-27.6 μ M (Evans *et al.*, 1981) aunque se deben usar concentraciones más altas, por ejemplo 450 μ M de 2,4-D, en caso de que el carbón activado se incorpore al medio (Reynolds *et al.*, citados por Litz y Jarret, 1991).

La función de las citocininas en el medio de cultivo primario o inductor del embrión es menos claro, aunque normalmente este medio incluye una de ellas. Evans *et al.* (1981), mostraron que las citocininas se usan en el medio primario para el 65.4% de las especies explotadas por el hombre y para 21.4% de las especies no cultivadas; el uso de estas sustancias en el medio de subcultivo es menos frecuente (en 34.6% de las especies explotadas por el hombre y en 14.1% de las especies no cultivadas). Se ha encontrado que las citocininas pueden ser esenciales para la maduración y la germinación de los embriones somáticos (Fujimura *et al.*, citados por Litz y Jarret, 1991).

4) Condiciones del medio ambiente: Poca atención se ha dedicado a los parámetros físicos que influyen en el crecimiento y desarrollo *in vitro*. En contraste con la gran cantidad de información que se ha divulgado sobre la optimización de los medios de cultivo y el uso de

sustancias promotoras del crecimiento.

Una alta intensidad lumínica ha sido esencial para obtener embriogénesis somática en *Nicotiana tabacum* (Haccius *et al.*, citados por Litz y Jarret, 1991); sin embargo, en *Daucus carota* y *Carum sp* fue necesaria la obscuridad para el desarrollo y la maduración normal de los embriones (Ammirato y Steward, 1971 y Ammirato, citado por Litz y Jarret, 1991). Pretratamientos con frío se han utilizado rutinariamente para estimular la embriogénesis somática a partir de anteras cultivadas *in vitro* (Nitch, citado por Litz y Jarret, 1991).

Los medios de cultivo semisólidos se han utilizado para el crecimiento de callos y para estimular la embriogénesis somática; Ammirato (1983) demostró que cuando se utilizan medios líquidos, el tipo de recipiente usado para el cultivo tiene un efecto muy grande sobre la embriogénesis.

2. 7. 2. 3. Organogénesis.

La organogénesis comprende el desarrollo de yemas o de meristemas radicales a partir de los explantes en forma directa o a partir de los callos generados *in vitro* (Litz y Jarret, 1991). La formación de órganos de novo se puede inducir reproduciblemente a través de la manipulación química de los medios de cultivo. Cuando las células vegetales son mantenidas *in vitro* en condiciones apropiadas, éstas son capaces de desarrollar individuos completos como lo hace el cigote (Villalobos, 1985).

Skoog (1944) demostró el efecto estimulante de las auxinas en la formación de raíces y

su efecto inhibitor en la formación de yemas. El estímulo en la formación de raíces adventicias se puede cambiar usando concentraciones altas de sacarosa o de fosfatos inorgánicos en el medio de cultivo. Skoog y Tsui (1948) demostraron que el sulfato de adenina promueve el desarrollo de yemas, esto marcó la posibilidad de obtener un cierto control en la formación de órganos *in vitro*. Posteriormente se demostró que la organogénesis dependía de la concentración y de la proporción de estos constituyentes en el medio (Skoog *et al.* citados por Litz y Jarret, 1991).

En estudios realizados por Skoog *et al.* (citados por Litz y Jarret, 1991), se demostró la importancia de las proporciones auxina:citocinina en la determinación de la respuesta morfogénica *in vitro*. Una proporción alta de auxina comparada con la de citocinina favorecía la formación de raíces, mientras una proporción baja favorecía la formación de yemas. Además, la adición al medio de ciertos compuestos, tales como la caseína hidrolizada, modificaba la actividad reguladora de las proporciones de auxina:citocinina. Esto favoreció la deducción de que el balance de ciertos factores afectaría el proceso de diferenciación y se consideraba como la base para el desarrollo de un medio definido de organogénesis *in vitro*.

La capacidad morfogénica de algunos tejidos puede pasar desapercibida debido a la asociación de éstos con tejidos diferenciados que están dentro de un sistema organizado (Chlyah, citado por Litz y Jarret, 1991). En forma contrastante, la organogénesis a partir de callos subcultivados no ocurre generalmente en asociación con las estructuras preexistentes (Litz y Jarret, 1991).

Diferentes secciones de una planta pueden dar una respuesta diferente a idénticas

condiciones de cultivo, y tales diferencias reflejan el estado fisiológico de la fuente del explante (Tran Thanh Van, citado por Litz y Jarret, 1991). El estado fisiológico determinará además, los factores exógenos que se deben añadir al medio de cultivo, o que deben sustraerse de él, para poder inducir la respuesta morfogénica requerida. Los factores endógenos podrán variar cuantitativamente de acuerdo con las condiciones ambientales, el genotipo, el tipo de célula y otros aspectos (Litz y Jarret, 1991).

Para que la organogénesis ocurra a partir de un callo se deben producir cambios que conduzcan a la organización celular (Litz y Jarret, 1991). Thorpe (1980) propuso que este proceso involucra diferenciación celular, interacción celular y reacción a señales específicas.

El sistema de callos de tabaco es el más estudiado en la organogénesis *in vitro*, este modelo se ha empleado desde los cuarentas para analizar los factores relacionados con la formación de órganos (Villalobos, 1985). Los callos de tabaco consisten esencialmente de células parenquimatosas. Estas células son altamente vacuolizadas y contienen núcleo y citoplasma conspicuos (Thorpe, 1980).

Thorpe (citado por Villalobos, 1985) consideró que aún cuando se requiere de más evidencias, el proceso organogénico se inicia con cambios en una sola célula del callo. El meristemoide consiste en una masa esférica de células isodiamétricas pequeñas, de tipo meristemáticas, con citoplasma denso y con un alto rango núcleo–citoplasma. A nivel microscópico, las células parecen no estar vacuoladas (Thorpe y Murashige, 1970; Torrey, citado por Villalobos, 1985), así también el núcleo contiene mayor material nodular y el citoplasma muestra más alto contenido de organelos (Asbell, citado por Villalobos, 1985). Las

células de los meristemoides en tabaco tiñen densamente el ARN y proteína y este tejido que eventualmente formará un órgano contiene gran cantidad de almidón almacenado, el cual desaparece durante la formación del primordio (Thorpe y Murashige, 1970).

2. 7. 3. Cultivo *in vitro* de embriones

Yeung *et al.* (1981) explicaron que existe un principio básico que debe cumplirse al cultivar embriones *in vitro*; este es la excisión aséptica de los embriones, para posteriormente transferirlos a un medio de cultivo adecuado. Las semillas con capas duras son generalmente esterilizadas superficialmente y entonces, remojadas en agua. En el último caso, son esterilizadas superficialmente, otra vez antes de la excisión del embrión. La técnica más común es partiendo las semillas bajo condiciones asépticas y transfiriendo los embriones directamente a un medio nutritivo con agar.

Mok *et al.* (1978) estudiaron los efectos de la glutamina y el ácido giberélico (GA3) sobre embriones inmaduros de híbridos intrespecíficos de frijol. El medio Basal utilizó las sales inorgánicas de Murashige y Skoog (1962) (M S), fue suplementado con las siguientes sustancias orgánicas: sacarosa (0.088 M), myoinositol (0.55 M), tiamina-HCL (3.0 μ M), ácido nicotínico (40.6 μ M) y piridoxina-HCL (2.4 μ M). Glutamina de 0.07 mM a 0.7 mM y ácido giberélico en 0.1 μ M. La adición de glutamina en el medio de cultivo tuvo un efecto benéfico sobre la supervivencia de embriones híbridos especialmente cuando el tamaño del embrión fue muy pequeño (menor que 0.3 mm). El ácido giberélico no mejoró la supervivencia.

2. 7. 3. 1. Pasos a seguir para el aislamiento exitoso de embriones inmaduros.

Para un aislamiento y cultivo *in vitro* exitoso de embriones inmaduros, algunos investigadores (King y Shimamoto, 1984, Phillips y Collins, 1984; y Sondahal *et al.*, 1984), han señalado que se debe seguir un protocolo, el cual se podrá aplicar a una gran cantidad de especies de plantas.

King y Shimamoto (1984) mencionaron los principales pasos a seguir para el aislamiento y cultivo *in vitro* de embriones inmaduros en maíz:

1. Selección de materiales promisorios.
2. Llevar en el campo una polinización controlada, determinando el tiempo óptimo de apertura floral y fecundación. Esto es debido a que el tiempo requerido para el desarrollo de embriones de un tamaño adecuado para cultivo varía con el genotipo y las condiciones de crecimiento.
3. Examinar el desarrollo del embrión sobre un jilote (elote inmaduro) polinizado removiendo cuidadosamente las capas de la semilla recién formada, o abriendo ésta a lo largo mediante un corte longitudinal, usando una espátula. Los embriones de un tamaño entre 0.5–1.5 mm son utilizados por ser más fáciles de localizar.
4. Las capas del cariopsis son removidas y sometidas a una esterilización con hipoclorito de sodio al 2.5 % con un poco de detergente durante 10 minutos para romper la tensión superficial, después se enjuaga tres veces con agua destilada.
5. Introducción del cariopsis esterilizado en una campana de flujo laminar donde, con la

ayuda de un microscopio, se disecta el embrión y se coloca en cajas de petri para su aislamiento.

6. Colocación de embriones escisionados en un medio basal (Murashige y Skoog, 1962), el cual deberá ser preparado con anticipación, siguiendo la esterilización con autoclave.

Cuando la disección de embriones se hace con materiales muy jóvenes es necesario el uso del microscopio de disección (Maheshwari, 1950 y Yeung *et al.*, 1981). Así, los embriones serán fácilmente escisionados y transferidos a frascos de cultivo previamente preparados, conteniendo medio nutritivo (Maheshwari, 1950).

Los ejemplos anteriores ponen énfasis en los cuidados previos a la fecundación de las flores, que posteriormente serán utilizadas cuando se inicie la formación de frutos y semillas. Sin embargo, también es importante considerar el período de incubación de los embriones a la oscuridad y luz, así como el período de aclimatación que deberán tener las plantas en invernadero al ser liberados de la fase *in vitro*.

Ramming (1983) explicó que el transplante de los embriones en crecimiento del tubo de cultivo al suelo del invernadero, es una de las etapas más críticas para el cultivo exitoso de embriones, pues las plántulas provenientes de cultivo *in vitro* son extremadamente susceptibles a la sequía estando fuera del tubo. Esto probablemente se deba a que las hojas no tienen bien formada su cutícula, por lo que se recomienda que inmediatamente después de que las plántulas son colocadas en una mezcla de suelo aceptable dentro de un invernadero, éstas deben ser colocadas bajo niebla intermitente o en una cámara de crecimiento con alrededor de un 90 % de humedad relativa.

2. 7. 3. 2. Aplicaciones prácticas del cultivo *in vitro* de embriones.

Entre las principales aplicaciones que puede tener la técnica de cultivo *in vitro* de embriones, sobresalen las siguientes:

- a). Para favorecer la supervivencia de materiales provenientes de hibridaciones interespecificas (Alvarez *et al.*,1981; Beasley, 1940; Bhojwani y Razdan, 1983; Litz, 1984b; y Nassar, 1980) e intergéricas (Bhojwani y Razdan, 1983 y Sondahl y Sharp, 1977).
- b). Para acortar los ciclos de fitomejoramiento de diversas especies (Bhojwani y Razdan, 1983; Raghavan, 1977 y Treviño, 1986).
- c). En la producción de haploides (Bhojwani y Razdan, 1983; Kasha y Kao, 1970 y Yeung *et al.*,1981).
- d). En pruebas rápidas de viabilidad de semillas (Bhojwani y Razdan, 1983 y Raghavan, 1977)
- e). En estudios de embriogénesis zigótica experimental (nutrición, medio ambiente óptimo, etc.) (Treviño, 1986; Collins y Grosser, 1984; Maheshwari, 1950; Raghavan, 1977, y Ramming, 1983).
- f). En el establecimiento y conservación de bancos de germoplasma (Iyer, 1982 y Sondahl y Sharp, 1977).
- g). Para vencer barreras naturales que limitan la germinación inmediata de semillas (dormancia, etc.) (Balboa *et al.*, 1981; Maheshwari, 1950 y Raghavan, 1977).
- h). Para superar la tasa de germinación de semillas (Cox *et al.*, 1960; Guzmán, 1969; Krikorian y Cronauer, 1984 y Raghavan, 1977).
- i). Para estimular una rápida formación de callo *in vitro*, y con este propiciar la regeneración

de plantas, así de esta forma favorecer la variación somaclonal (Pérez, 1991b; Miller y Maxwell, 1983 y Treviño *et al.*, 1998).

2. 7. 4. Cultivo *in vitro* de Avena.

Una biotecnología más desarrollada se espera para el siglo 21, para proveer las bases en la búsqueda de algunos avances significativos en el mejoramiento genético del cultivo de avena incrementando el valor alimenticio del cultivo y sus fuentes de resistencia a enfermedades, etc. (Webster, 1992).

La formación de callo *in vitro* en cereales es reportado como algo factible; sin embargo; la diferenciación de órganos y regeneración de plantas es muy limitado, pues solo en pocas especies de cereales se ha logrado, sobresaliendo algunos trabajos en trigo, cebada, sorgo y avena (Kaur Sawhney y Galston, 1984). En general, los embriones inmaduros son los mejores explantes para formar callo y regenerar planta (Green y Phillips, 1975) en maíz y otros cereales. Sin embargo, también se puede regenerar planta de avena a partir de explantes como raíces y brotes apicales de tallo (Cummings *et al.*, 1976).

El medio de cultivo más utilizado para formar callo en avena es el M. S. (Murashige y Skoog, 1962) con la adición de 2, 4-D en una cantidad de 0.1 a 0.5 mg.L⁻¹, si se quiere regenerar planta a partir de callos formados se agregan citocininas como BAP y Kinetina (Kaur-Sawhney y Galston, 1984).

El protocolo seguido para formación de callo en avena es (Kaur-Sawhney y Galston, 1984):

1. Esterilizar semillas de avena con cáscara, mediante su inmersión en blanqueador comercial en agua al 33% (en una relación 1:2 v/v) por quince minutos. Enjuagando varias veces la semilla en agua destilada estéril y colocándola en papel filtro húmedo puesto en platos de petri de 25 X 100 mm.
2. Incubar las semillas a la obscuridad a una temperatura de 24°C durante 18 hr.
3. Disectar embriones intactos de semillas embebidas, con instrumentos estériles. Tomar los embriones abajo del lado del escutelo, para inducir a callo se usará el medio M. S. Conteniendo de 0.1 a 1.0 mg.L⁻¹ de 2, 4-D.
4. Incubar cultivos con embriones a una temperatura de 23°C con la luz difusa en cabinas de crecimiento controlado. La formación de callo es obtenida en 6 semanas.
5. Subcultivar en medio fresco al doble de concentración (2x) en intervalos a cada 4 semanas.
6. Transferir a medio B₅ complementando con 0.1 mg.L⁻¹ de 2, 4-D para favorecer centros de crecimiento celular que estimulen la formación de raíces y tallos.

2. 7. 5. Utilización de la variación somaclonal para el mejoramiento genético.

El mejoramiento convencional ha tenido éxito en este siglo incrementando cualitativamente y cuantitativamente la producción de muchas especies, manejando características agronómicas y de calidad (Bingham, citado por López, 1989). Estos aumentos han ocurrido particularmente en maíz, arroz, trigo y cebada (cereales), durante los últimos 40 años. Cerca de la mitad de este incremento es atribuible a la selección y uso de variedades

años. Cerca de la mitad de este incremento es atribuible a la selección y uso de variedades potencialmente más productoras, resistentes a plagas y enfermedades y más tolerantes a varias condiciones adversas; el resto resulta de mejores prácticas agronómicas.

Varias innovaciones en el cultivo de tejidos vegetales podrían constituirse en herramientas muy útiles. Entre ellas estarían la posibilidad de aplicar selección celular para recuperar variantes genéticas útiles; el cultivo de anteras para lograr una total homocigosis; la hibridación somática para recombinar genomas de especies sexualmente incompatibles, y más recientemente la posibilidad de manipular genes específicos mediante técnicas de recombinación del ácido desoxirribonucleico (ADN) (Scowcroft, 1977; Kado y Kleinhots, citados por López, 1989).

En los últimos años se han realizado muchas investigaciones de las técnicas biotecnológicas y en su empleo práctico, existen discrepancias y contradicciones en muchas publicaciones, en algunos casos se ha sobrestimado la variabilidad y esto ha traído como consecuencia resultados inferiores a los esperados en el mejoramiento (Pérez, 1991b).

Otro aspecto que continúa siendo objeto de discrepancias y discusiones entre los investigadores biotecnológicos, es el tipo de variabilidad producida. La variabilidad somaclonal, definida por Scowcroft y Larkin (citados por Pérez, 1991b) solamente puede ser empleada a través del cultivo de tejidos, pues por mucha variabilidad que exista en el tejido somático, este no interviene en la reproducción, y además en la reproducción se eliminan todos los mutantes no aptos para la fecundación, actuando de esta manera, como un filtro para la estabilidad de las especies la reproducción sexual. Por lo tanto, mutaciones que se perderían

en la reproducción, pueden ser empleadas en el cultivo de tejidos. Esta causa de variabilidad, unida a la que se produce por el cultivo *in vitro* “per se” son las fuentes fundamentales de la variabilidad somaclonal (Pérez, 1991b).

Otro problema que se discute es que el cultivo *in vitro* no solo es capaz de recuperar mutantes que por los métodos convencionales se perderían sino que se producen mutantes “noveles”. Estos mutantes no pueden ser producidos espontáneamente, ni artificialmente (Evans y Bravo, citados por Pérez, 1991b).

Las técnicas para el manejo *in vitro* de material vegetal han progresado tanto en los últimos 20 años, que actualmente su contribución puede ser determinante en aquellos casos de cultivos, en los que el fitomejoramiento convencional ha sido menos favorable. Se ha detectado variación en células en cultivo para características morfológicas, como la producción de pigmentos, características bioquímicas como la síntesis de la nicotina, y el número y estructura de los cromosomas. Se ha encontrado que en general, la variabilidad es más frecuente en la medida en que las células permanecen por mayor tiempo bajo condiciones *in vitro* (López, 1989). Los cambios genéticos inducidos por el cultivo *in vitro* o que ocurren espontáneamente, pueden proveer una forma nueva y rápida de explotar la variación para seleccionar plantas cada vez mejores. Tanto esta aplicación del cultivo de tejidos como la de su empleo en la micropropagación, dependen de su entendimiento de la variación celular favorable y cómo regularla y manejarla (López, 1989 y Weaver, 1992).

En los últimos años ha habido un gran interés en la variación que se presenta entre plantas regeneradas a partir de cualquier forma de cultivo de células (variación somaclonal).

durante el proceso de micropropagación (Green, 1977 y Murashige, 1974).

La primera valoración real del potencial de la variación somaclonal provino de la asociación entre cultivadores de tejidos y fitomejoradores, proponiéndola como una fuente nueva de variación útil para la agricultura, sobretudo en especies propagadas asexualmente como la caña de azúcar (Pérez, 1991a), y la papa (Shepard *et al.*, 1980) entre otros.

Para ser realmente útiles dentro de cualquier esquema de mejoramiento, los métodos *in vitro* deben satisfacer dos criterios:

1. Se deben producir plantas que merezcan entrar en un programa de mejoramiento o de evaluación y de competir ventajosamente con plantas producidas por métodos convencionales.
2. La planta mejorada debe ser económica y eficiente, de tal manera que los métodos empleados encajen y no entorpezcan la rutina usual en los programas de selección y evaluación, requiriendo, a la vez, de un mínimo de equipo y recursos humanos.

Lo que muchos denominan actualmente variación somaclonal es un fenómeno bien establecido, pero cuyas causas, hasta el momento, son obscuras y posiblemente sigan siendo temas de investigaciones especiales. Algunas de las posibles causas de la variación fenotípica de las plantas regeneradas son:

- a. Prevalencia del cariotipo específico de plantas y tejidos polisomáticos, quiméricos y de mosaicos.
- b. Cambios en el cariotipo, debidos a una respuesta diferencial a los procedimientos de cultivo (composición del medio de cultivo o del

- ambiente).
- c. Aneuploides no separables en el cultivo.
 - d. Cese mitótico que lleva a líneas poliploides.
 - e. Reordenamiento de genes somáticos o mutaciones del cariotipo.
 - f. Amplificación o disminución de genes.
 - g. Reordenamientos de mutaciones en genomas de los organelos.
 - h. Interacciones núcleo – citoplasma.

Según Pérez (1991b), cuando se obtiene una población de plantas *in vitro*, las variaciones que se pueden presentar están dadas por tres causas fundamentales: Mutaciones, cambios epigenéticos y modificaciones.

En el caso de las mutaciones, la mayoría de los investigadores han encontrado como causa fundamental la poliploidia, los aneuploides y las mutaciones genómicas. Dentro de estas últimas se han reportado todas las conocidas en la genética mutacional clásica como traslocaciones, inversiones, deleciones, etc. (Ahlowalia, citado por Pérez, 1991b). En los cultivos *in vitro* de tejidos y células se han encontrado también mutaciones génicas o puntuales, pero son menores los reportes de las mismas. En el cultivo de tomate se ha realizado un profundo trabajo sobre las causas de la variación somaclonal (Evans y Sharp, 1983).

Con respecto a sí las mutaciones que se producen *in vitro* son las mismas que ocurren espontáneamente o por los métodos clásicos de inducción de mutaciones, existen algunas evidencias claras que indican que en el cultivo *in vitro* se producen mutantes

“noveles”. Como por ejemplo, cuando se producen híbridos sexuales, el citoplasma es aportado casi exclusivamente por el progenitor femenino, y es por eso que los fitomejoradores emplean los mejores progenitores como madres. En el caso de los híbridos somáticos, el citoplasma es aportado en igual medida por los dos “donadores”, ocurriendo de esta forma también la fusión de dos citoplasmas distintos, lo cual está demostrado que es una causa de variabilidad genética solo obtenida por esta vía (Ahloowalia citado por Pérez, 1991b).

Otra causa de variabilidad reportada como novel en el cultivo *in vitro* es el crossing over mitótico. Esto se asume en base a algunas variaciones encontradas que solo se explican por esta causa, como es la aparición de mutantes recesivas en tomate (Pérez, 1991b). También se reporta como una nueva causa de variabilidad, los elementos genéticos móviles llamados transposomas (Pérez, 1991b). Producto de estas causas de variabilidad noveles, aparecen mutantes que no existen o son muy raras en la naturaleza, reportándose varias mutantes de este tipo como son: panículas múltiples en trigo, panículas triples en cebada, incremento del vigor y la altura en el maíz, y también mutantes de resistencia a fitohormonas, herbicidas, antibióticos, sales y metales, todos estos últimos se han obtenido en medios selectivos (Ahloowalia, citado por Pérez, 1991b).

En muchos casos como el de la resistencia a sustancias químicas o metabolitos seleccionados *in vitro* es muy difícil poder definir si es, una mutante novel, producto del cultivo *in vitro*, o si no es más que una mutante clásica de baja frecuencia que por la mayor efectividad de la selección *in vitro*, en la que es posible seleccionar millones de células, las cuales pueden ser recuperadas (Pérez, 1991b).

2. 7. 5. 1. Cambios epigenéticos

Este nuevo concepto surge con el desarrollo del cultivo *in vitro*, y ha sido una causa fundamental de la sobreestimación de la variabilidad genética producida por el cultivo *in vitro*. Como cambios epigenéticos se denominan los cambios fenotípicos que son regulados por genes que son estimulados y se expresan por el efecto del cultivo *in vitro* “per-se”, pero estos genes no presentan cambios en el material hereditario. En el análisis genético este tipo de variación se diferencia de las verdaderas en que no segrega en las progenies ni cumple las leyes de la herencia, y aunque puede transmitirse por varios ciclos de reproducción o multiplicación, siempre desaparecen (Pérez, 1991b).

Meins (1983) relacionó en tabaco los cambios epigenéticos con la “habitación” de los cultivos *in vitro* fundamentalmente a las citocininas. Esta habituación consiste en poner en funcionamiento genes que normalmente no lo hacen y que en el caso del tabaco lo que se reporta es la producción de citocininas *in vitro*. La activación de estos genes continua en las plantas regeneradas, en tabaco las plantas regeneradas en medios con 10 microgramos de 6-BAP tienen el 72% de las dos primeras hojas distintas a las plantas normales, este carácter desapareció en la siguiente reproducción (Evans y Bravo, citados por Pérez, 1991b). Estos cambios en el fenotipo no heredables son el principal problema que presenta la selección *in vitro* a sustancias químicas o metabolitos, pues se obtienen líneas de callos o células resistentes *in vitro* de las cuales se regeneran plantas y estas también son resistentes en los primeros ciclos, pero después esta característica desaparece.

2. 7. 5. 2. Rejuvenecimiento.

Este rejuvenecimiento no está relacionado con el ontogénico que solo se produce en la reproducción sexual, pues cuando se toma un tejido de una planta y se cultiva *in vitro*, ese tejido tiene la misma edad que tenía cuando estaba en la planta. El rejuvenecimiento *in vitro* se produce al perder el tejido la señal que poseía la planta. Esta pérdida es más rápida a medida que el explante sea más pequeño y se den más subcultivos *in vitro*. A medida que esto ocurre, el tejido del cual se regeneran es más joven y por tanto sistemas genéticos que en plantas obtenidas por la vía vegetativa ya habían funcionado en las plantas regeneradas aún no lo han hecho, y de esta forma en muchos cultivos las plantas regeneradas se parecen más a las producidas por semillas que a las propagadas vegetativamente. En comparación con los cambios epigenéticos, los cuales aparecen al igual que las mutaciones en frecuencias más o menos elevadas, el rejuvenecimiento se manifiesta en la mayoría o en todas las plantas regeneradas por igual y no se transmite sexualmente (Pérez, 1991b).

2. 7. 5. 3. Sistemas de Selección *in vitro*.

Las técnicas para manipular *in vitro* células de plantas, tienen la ventaja de permitir la selección a nivel celular, de características útiles para el mejoramiento de plantas. Desafortunadamente, expectativas no realistas fueron concebidas antes que el procedimiento *in vitro* fuera aplicable a muchas especies vegetales de importancia económica, por lo que se dió un atraso en el aprovechamiento de las técnicas *in vitro* para explotar líneas celulares mutantes que estaban disponibles. Investigaciones recientes sobre cultivo de células se han extendido a muchas especies económicamente importantes. La evaluación sistemática y

la comparación entre variantes fenotípicas de plantas y del cultivo de células, permite en la actualidad una apreciación más realista del potencial que representa la selección *in vitro* para el mejoramiento de plantas (López, 1989).

Algunas características significativamente importantes desde un punto de vista económico, como la tolerancia a herbicidas, la resistencia a enfermedades, la tolerancia al estrés (factores ambientales adversos) y factores cualitativos, son también comprendidos o entendidos para permitir selección celular. Además la selección *in vitro* puede servir a los fisiólogos vegetales como una herramienta para dilucidar procesos fisiológicos los cuales pueden ser factores limitantes en la agricultura.

La selección *in vitro* para la resistencia a enfermedades ha sido más exitosa cuando el patógeno produce una toxina específica (Brettell e Ingram citados por López, 1989). Carlson (1973) usó células de tabaco en medio de cultivo con sulfoximina metionina, que es un análogo de la toxina producida por *Pseudomonas tabaci*, y obtuvo plantas regeneradas mutantes tolerantes a la enfermedad. También se ha reportado la selección de resistencia a la raza o de *Drechstera maydis*, a partir de callos de maíz obtenidos de líneas susceptibles (Gengenbach *et al.* y Brettell *et al.* , citados por López, 1989).

Plantas de papa resistentes a *Alternaria solani* se regeneraron a partir de callos generados *in vitro* derivados de un clon susceptible; sin embargo, ningún proceso de selección se ha llevado a cabo para resistencia (Matern *et al.* citados por López, 1989). Una amplia gama de variación para la susceptibilidad de *A. solani* fue observado en los callos.

Behnke (citado por López, 1989) regeneró plantas de papa tolerantes a *Phytophthora infestans* de un cultivo de callos derivados de un genotipo susceptible. Pérez (1991a) reportó que en caña de azúcar se han obtenido más de 50 variedades (clones) resistentes a enfermedades mediante la aplicación de las técnicas de cultivo de tejidos. A partir de una población inicial de 800 somaclones de caña de azúcar obtenidas de la variedad B-4362 que es altamente susceptible a la roya (*Puccinia melanocephala*), se logró un somaclón con alta resistencia a esta enfermedad derivado de callos tratados con el agente mutagénico NaN_3 . Otra aplicación reciente de estas técnicas es la selección *in vitro* mediante el empleo de toxinas aisladas y purificadas hasta toxinas crudas (medios derivados) producidas por los hongos fitopatógenos.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localidades para experimentos de campo y laboratorio:

Los experimentos de campo de la presente investigación se desarrollaron durante los ciclos agrícolas de invierno 94-95; 95-96; 96-97; 97-98 y 98-99 en las localidades de Gral. Terán, N. L. (Campo Agrícola Experimental del INIFAP); en Marín, N. L. (Campo Agrícola Experimental de la FAUANL); y en los ciclos agrícolas de Verano 95, 96 y 99 en la localidad de La Ascensión, Aramberri, N. L. (Campo Agrícola Experimental de la FAUANL); Así mismo, en los ciclos de Verano 96 y 97 se utilizaron las localidades de Bachiniva y Cd. Cuauhtémoc en el Estado de Chihuahua (En Campos Agrícolas Experimentales del INIFAP).

Los experimentos de laboratorio se desarrollaron en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal de la FAUANL.

3.2. Descripción de cada localidad bajo estudio (clima y suelo)

A continuación se describirán cada una de las localidades bajo estudio, considerando principalmente aspectos de clima y suelo de cada localidad.

3.2.1. Campo Agrícola Experimental del INIFAP en General Terán, N. L.

El campo esta ubicado a 12 Km al Noroeste de General Terán, N. L., la ubicación geográfica corresponde a 25° 18' 08" Latitud Norte y 99° 35' 35" Longitud Oeste del

Meridiano de Greenwich con una elevación de 332 msnm Los suelos de la región son del tipo Chernozem con un pH de 7.5 –7.7, medianamente ricos en Nitrógeno y Fósforo y ricos en Potasio. De acuerdo al sistema de clasificación climática de Köppen, modificado por García (1973), el clima de esta localidad es clasificado como (A) C (x') w'' a(e'), siendo un clima semicalido con un cociente p/t (precipitación anual en mm / temperatura media anual en °C) mayor de 32.4, lo cual indica que es uno de los climas templados húmedos, su temperatura del mes más frío está entre –3°C a 18°C, y el mes más caliente no rebasa los 38°C, con una oscilación anual de temperaturas medias mensuales mayor de 14°C, teniendo un porcentaje de lluvia invernal mayor de 18% de la anual y con una precipitación anual de 742.1 mm en promedio.

En el Cuadro 10 se observan los valores promedio de precipitación, temperaturas máximas y mínimas, y evaporación promedio durante los meses de trabajo de los ciclos de Invierno 94-95, 95-96, 96-97 97-98 y 98-99 en la localidad de General Terán, N. L.

3. 2. 2. Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León en Marín, N. L.

El campo experimental esta localizado en el Municipio de Marín, N. L., cuyas coordenadas geográficas son de 25° 53' de Latitud Norte y 100° 03' Longitud Oeste con una altitud de 367.3 msnm. Los suelos de esta región son del tipo de los Vertisoles siendo predominantemente arcillosos. De acuerdo al sistema de clasificación climática de Köppen, modificado por García (1973), el clima de esta localidad es clasificado como BS₁ (h₁) hx (C₁),

siendo un clima seco árido con un cociente p/t (precipitación anual en mm / temperatura media anual en °C) mayor de 22.9, lo cual indica que es uno de los climas menos secos del grupo BS₁, su temperatura del mes más frío está abajo de los 18° C, con una oscilación anual de temperaturas medias mensuales mayor de 14°C, teniendo un porcentaje de lluvia invernal mayor de 18% de la anual y con una precipitación anual promedio de 680 mm. En el Cuadro 11 se observan los valores promedio de precipitación, temperaturas máximas y mínimas y evaporación promedio durante los meses de trabajo de los ciclos de Invierno 94-95, 95-96, 96-97, 97-98 y 98-99 en esta localidad.

3. 2. 3. Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León en La Ascensión, Aramberri, N. L.

El campo experimental esta localizado en La Ascensión en el municipio de Aramberri, N.L., cuyas coordenadas geográficas son de 24° 24' de Latitud Norte y una Longitud de 99° 56' Oeste y su altitud es de 2,000 msnm. Los suelos de esta región son del tipo Sieroziem (Semidesérticos y Desérticos) con una coloración café grisácea y con influencia alcalina con un pH de 7.0-8.0 (Villarreal, 1977).

De acuerdo al sistema de clasificación climática de Koppen, modificado por García (1973), el clima de esta localidad es clasificado como BS₁ Kw'' (e), siendo un clima seco árido con un cociente p/t (precipitación anual en mm / temperatura media anual en °C) mayor de 22.9, lo cual indica que es uno de los climas menos secos del grupo BS₁, su temperatura del mes más frío está bajo 18°C, con una oscilación anual de temperaturas medias mensuales

mayor de 7°C, teniendo un porcentaje de lluvia invernal mayor de 18% de la anual y con una precipitación anual promedio entre los de 350-500 mm.

En el Cuadro 12 se observan los valores promedio de precipitación, temperaturas máximas, mínimas y medias, y evaporación promedio durante los meses de trabajo de los ciclos de Verano 95, 96 y 99 en la localidad de La Ascensión, Aramberri, N. L.

3. 2. 4. Campos Agrícolas Experimentales del INIFAP en los Municipios de Bachiniva y Cd. Cuauhtémoc en el Estado de Chihuahua.

Estos campos están en los municipios de Bachiniva y Cuauhtémoc en el Estado de Chihuahua, ambas localidades se encuentran en la zona temporalera del Estado de Chihuahua, ubicadas en la región centro oeste del mismo, entre los 27° y 29° de Latitud Norte y los 106° y 108° de Longitud Oeste, con altitudes sobre el nivel del mar que varían de 2000 a 2500 msnm (Rivera y Moreno, 1970). Los suelos en la Región de Bachiniva son del tipo Planosol Eutrico de textura media de fase física litica y Pedregosa, mientras que en Cd. Cuauhtémoc los suelos son del tipo Planosol mólico, de textura media (Semidesérticos y Desérticos) con una coloración café- rojiza, y con influencia alcalina (pH de 7.0-8.0).

Cuadro 10. Valores promedio de precipitación, temperaturas, y evaporación durante el desarrollo del experimento en General Terán, N. L. durante varios ciclos agrícolas.

Ciclo	Mes	pp. (mm.)	T Med. (°C)	T Min (°C)	T Max. (°C)	Evaporación (mm.)
Inv. 94-95	Nov. 94	12.2	22.15	16.8	27.5	103.5
	Dic. 94	31.4	16.30	10.5	22.1	61.2
	Enero 95	9.4	13.85	07.0	20.7	69.0
	Febrero 95	11.0	17.40	09.4	25.4	105.5
	Mar. 95	12.1	19.10	12.3	25.9	125.9
	Abr. 95	28.2	24.35	16.8	31.9	210.5
	Mayo 95	99.9	28.45	22.8	34.1	234.0
Inv. 95-96	Jun. 95	52.2	28.05	22.9	33.2	188.5
	Nov. 95	13.8	18.35	11.8	24.9	095.6
	Dic. 95	22.4	14.90	09.2	20.6	068.7
	Enero 96	08.5	15.00	06.4	23.6	125.7
	Febrero 96	02.0	17.70	09.8	25.6	127.9
	Mar. 96	00.0	17.90	09.6	26.2	181.0
	Abr. 96	06.0	23.20	14.9	31.5	215.2
Inv. 96-97	Mayo 96	00.0	29.85	23.3	36.4	277.6
	Jun. 96	10.2	30.10	23.9	36.3	265.6
	Nov. 96	03.6	18.80	12.1	25.5	096.8
	Dic. 96	05.7	15.70	07.5	23.9	s. d.
	Enero 97	06.5	12.65	06.7	18.6	071.4
	Febrero 97	11.3	16.15	09.6	22.7	094.0
	Mar. 97	151.9	20.30	13.7	26.9	142.5
Inv. 97-98	Abr. 97	110.2	19.45	14.1	24.8	165.6
	Mayo 97	51.5	24.75	19.1	30.4	162.6
	Jun. 97	79.5	28.30	23.2	33.4	199.8
	Nov. 97	12.5	17.30	12.5	22.1	065.5
	Dic. 97	09.9	13.80	07.3	20.3	074.4
	Enero 98	08.5	17.80	10.0	25.6	113.9
	Febrero 98	12.3	17.55	09.0	26.1	125.0
Inv. 98-99	Mar. 98	25.5	20.10	13.9	26.3	155.6
	Abr. 98	00.8	23.35	15.8	30.9	197.2
	Mayo 98	00.0	29.75	21.6	37.9	281.3
	Jun. 98	100.0	31.65	25.3	38.0	346.9
	Nov. 98	77.2	19.55	14.9	24.2	118.4
	Dic. 98	06.8	14.65	07.7	21.6	102.9
	Ene. 99	00.0	16.14	07.04	25.24	114.38
Inv. 98-99	Febrero 99	00.0	19.81	11.85	27.78	117.25
	Mar. 99	18.5	20.99	14.48	27.50	152.83
	Abr. 99	18.0	26.58	19.43	33.74	232.54
	Mayo 99	54.0	28.17	21.61	34.72	214.78
	Junio 99	92.5	29.28	23.13	35.43	244.62

* Datos Climáticos de la Estación Agrícola Experimental del INIFAP Gral. Terán, N. L.

Cuadro 11. Valores promedio de precipitación, temperatura, y evaporación durante el desarrollo del experimento en Marín, N. L. durante varios ciclos agrícolas.

Ciclo	Mes	pp. (mm.)	T Med. (°C)	T Min. (°C)	T Max. (°C)	Evaporación (mm.)
Inv. 94-95	Dic. 94	22.3	16.6	11.7	21.6	83.26
	Enero 95	12.4	15.3	9.6	21.0	103.2
	Febrero 95	18.3	19.0	11.0	27.0	99.5
	Mar. 95	22.9	20.0	13.0	27.0	152.4
	Abr. 95	3.0	25.2	16.5	34.0	256.9
	Mayo 95	80.0	29.0	22.0	35.0	230.44
	Jun. 95	73.1	29.0	23.4	34.5	256.96
Inv. 95-96	Nov. 95	11.2	18.9	11.9	26.4	118.28
	Dic. 95	30.0	15.2	7.5	22.9	81.55
	Enero 96	5.0	14.1	5.3	21.6	145.85
	Febrero 96	0.0	17.0	8.41	25.8	174.72
	Mar. 96	0.0	18.1	9.2	27.0	200.15
	Abr. 96	0.0	23.8	14.6	33.1	243.53
	Mayo 96	0.0	30.1	22.4	37.7	249.48
Inv. 96-97	Jun. 96	41.5	30.7	23.13	38.2	235.30
	Nov. 96	13.0	18.75	11.06	26.47	119.37
	Dic. 96	3.0	15.8	7.77	24.2	69.78
	Enero 97	3.0	13.4	5.40	19.5	73.73
	Febrero 97	28.0	15.5	8.60	22.3	76.62
	Mar. 97	121.0	20.4	13.10	27.6	135.20
	Abr. 97	80.0	20.0	13.40	26.50	88.48
Inv. 97-98	Mayo 97	72.0	25.0	18.30	31.60	159.10
	Jun. 97	28.0	28.9	22.70	35.20	196.99
	Nov. 97	29.0	16.9	11.10	22.80	70.60
	Dic. 97	6.0	13.7	5.80	21.10	82.11
	Enero 98	0.0	16.90	7.50	26.20	113.71
	Febrero 98	31.0	16.90	6.80	27.10	145.20
	Mar. 98	42.0	19.20	11.20	27.30	184.16
Inv. 98-99	Abr. 98	0.0	23.80	14.90	33.80	235.09
	Mayo 98	0.0	30.00	20.40	39.70	306.47
	Jun. 98	22.0	32.10	24.10	40.10	298.15
	Nov. 98	32.0	19.70	14.00	25.20	49.0
	Dic. 98	5.0	14.40	7.00	22.09	76.15
	Ene. 99	0.0	16.20	5.90	26.50	120.30
	Febrero 99	0.0	19.60	10.60	28.50	139.50
Inv. 98-99	Mar. 99	25.0	22.09	13.80	29.80	156.25
	Abr. 99	0.0	26.60	17.70	35.60	231.20
	Mayo 99	24.0	29.00	21.40	36.60	274.70
	Junio 99	56.0	29.50	23.00	35.90	235.90

* Datos Climáticos de la Estación Agrícola Experimental de la FAUANL Marín, N. L.

De acuerdo al sistema de clasificación climática de Koppen, modificado por García (1973), el clima de esta localidad es clasificado como BS₁ Kw'' (e), siendo un clima seco árido con un cociente p/t (precipitación anual en mm / temperatura media anual en °C) mayor de 22.9, lo cual indica que es uno de los climas menos secos del grupo BS₁, su temperatura del mes más frío está bajo 18°C, con una oscilación anual de temperaturas medias mensuales mayor de 7°C, teniendo un porcentaje de lluvia invernal mayor de 18% de la anual y con una precipitación anual promedio entre los 350-500 mm.

En el Cuadro 13 se observan los valores promedio de precipitación y temperatura, así como temperaturas máximas y mínimas durante los meses que comprenden los ciclos de verano 96 y 97 en las localidades de Bachiniva y Cd. Cuauhtémoc, en el Estado de Chihuahua.

3. 3. Materiales

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron los materiales necesarios para la preparación del terreno, siembra, cultivos, deshierbes, etiquetado de parcelas, control de plagas, colecta de esporas del patógeno, toma de datos, cosecha y almacenamiento.

Cuadro 12. Valores promedio de precipitación, temperatura, y evaporación durante el desarrollo del experimento en la localidad de La Ascensión, Aramberrí, N. L. durante varios ciclos agrícolas.

Ciclo	Mes	pp. (mm.)	T Med. (°C)	T Min. (°C)	T Max. (°C)	Evaporación (mm)
Verano. 95	Mayo	10.0	18.95	8.3	29.6	183.7
	Junio	25.0	17.3	8.0	26.6	149.7
	Julio	Sin		Datos	Climáticos	
	Agosto	107.0	16.4	8.9	23.9	120.1
	Septiembre	18.0	16.1	6.6	25.6	142.0
	Octubre	03.0	12.7	-0.3	25.7	148.3
	Noviembre	07.5	14.9	5.1	24.7	76.7
	Diciembre	43.0	11.85	1.2	22.5	92.5
Verano. 96	Mayo	25.0	18.75	7.8	29.7	180.4
	Junio	41.0	16.60	7.8	25.4	160.3
	Julio	38.0	17.40	8.4	26.4	169.4
	Agosto	157.0	16.55	8.3	24.8	127.4
	Septiembre	158.5	16.30	7.9	24.7	98.0
	Octubre	011.5	13.70	3.7	23.7	84.4
	Noviembre	003.0	12.45	2.5	22.4	73.8
	Diciembre	0	10.80	0.7	20.9	66.7
Verano. 99	Mayo	Sin datos	17.74	11.4	24.08	Sin datos
	Junio	Sin datos	20.28	12.57	28.00	Sin datos
	Julio	Sin datos	18.38	10.70	26.07	Sin datos
	Agosto	Sin datos	18.57	10.11	27.03	Sin datos
	Septiembre	Sin datos	17.59	09.69	25.50	Sin datos
	Octubre	Sin datos	14.21	05.42	23.00	Sin datos
	Noviembre	Sin datos	11.46	00.92	22.00	Sin datos
	Diciembre	Sin datos	10.27	00.96	19.59	Sin datos

Cuadro 13. Valores promedio de precipitación, temperatura máxima, mínima y media durante el desarrollo del experimento en las localidades de Bachiniva, Chih. Y Cd. Cuauhtémoc, Chih. durante los ciclos agrícolas Verano 1996 y Verano 1997, respectivamente.

Ciclo	Mes	pp. (mm.)	T Med. (°C)	T Min (°C)	T Max. (°C)
Verano. 96	Julio	122.2	19.50	12.1	27.0
	Agosto	113.3	18.00	10.7	25.3
	Septiembre	85.1	16.8	9.4	24.1
	Octubre	19.2	13.6	4.7	22.6
	Noviembre	5.9	9.4	0.2	18.6
	Diciembre	13.2	6.8	-2.0	15.6
	Verano. 97	Julio	32.9	21.40	12.0
Agosto		22.5	20.60	11.3	29.9
Septiembre		27.1	20.20	10.3	30.1
Octubre		5.8	13.70	4.1	23.3
Noviembre		9.8	11.10	0.9	21.3
Diciembre		0	sin	datos	

3. 3. 1. Material Genético

El material genético utilizado involucro siete grupos de genotipos de avena siendo estos:

- A). Veinte variedades diferenciales de avena (proporcionadas por el INIFAP en Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua): Pc 35, Pc 38, Pc 39, Pc 40, Pc 45, Pc 46, Pc 48, Pc 50, Pc 54, Pc 56, Pc 58, Pc 59, Pc 60, Pc 61, Pc 62, Pc 63, Pc 68, Rodney (Testigo Universal 1), Dumont (Testigo Universal 2), y Pc 64 (se introdujo en diciembre de 1995).
- B). Trece variedades comerciales nacionales de avena (proporcionadas por el INIFAP en Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, en Diciembre de 1994): Babicora, Pampas, Cusihuiriachí, Guelatao, Páramo, Papigochi, Chihuahua, Tarahumara, Raramuri, Cuauhtémoc, Saia, Juchitepec y Coronado.
- C). Una variedad nacional y tres variedades extranjeras de avena (proporcionadas por las empresas “Semillas Purasangre” Chihuahua, Chih. y “Materiales y Semillas La Victoria” Monterrey N. L.): Diamante (Nacional), Tamo, Coker y Furgón (Extranjeras).
- D). Población de 113 líneas segregantes F₃ de avena, de la colección Quaker Oat Nursery que incluyen el número de entrada de la 121 a la 233 (proporcionadas por el INIFAP en Cd. Cuauhtémoc Chihuahua) con características de resistencia a la roya de la corona (Cuadro 14).
- E). Población de 219 líneas segregantes F₃ de avena de la colección de la Universidad de Minnesota, que incluyen el número de entrada de la 1 a la 219 (proporcionadas por el Programa de Mejoramiento Genético de Avena de la Universidad de Minnesota, EUA.) con características de resistencia a la roya de la corona (Cuadro 15).
- F). Población de 40 nuevas variedades experimentales de Avena de la colección de la Universidad de Minnesota, MN, EUA., (proporcionadas por el Programa de Mejoramiento

Genético de Avena de la Universidad de Minnesota, EUA.) con características de resistencia a la roya de la corona (Cuadro 16).

G). Población de 19 genotipos elite experimentales de avena de la colección de la Universidad de Minnesota, MN, EUA., (proporcionadas por el Programa de Mejoramiento Genético de Avena de la Universidad de Minnesota, EUA.) con características de resistencia a la roya de la corona (Cuadro 17).

3.4. Metodología.

3.4.1. Experimentos establecidos para cumplir con el objetivo específico 1.

Para cumplir con este objetivo se establecieron tres grupos de experimentos que a continuación se describen:

1. Evaluación de nuevas variedades comerciales de avena en diferentes localidades para conocer su comportamiento en cuanto a su resistencia a la roya de la corona y otras variables agronómicas.
 2. Evaluación y selección de líneas segregantes de avena introducidas de dos colecciones internacionales (Quaker Oat Nursery y Universidad de Minnesota, E.U.A.) utilizando el Método Genealógico para resistencia a la roya de la corona y con alto potencial de rendimiento
-

Cuadro 14. Pedigrí de las 113 líneas segregantes F₃ de avena de la colección de Quaker Oat Nursery de 1992

Número de Entrada (1992)	Identificación o Pedigrí	Fuente
121	90SAT-5 (Guaiba Sel. #1)/90SA28(Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563)	91Ab1101
122	90SAT-17 (Guaiba Sel. #2)/90SA28(Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563)	91Ab1102
123	90SAT-22 (UPF 13) / 90SA28(Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563)	91Ab1103
124	90SAT-24 (UPF 22) / 90SA28(Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563)	91Ab1105
125	90SAT-25 (UPF 13) / 90SA28(Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563)	91Ab1106
126	90SAT-27 (84SA 321B) / 90SA28(Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563)	91Ab1107
127	90SAT-28 (CTC84B 1415-2)/90SA28(Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563)	91Ab1108
128	90SAT-29 (CTC84B 1415-3)/90SA28(Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563)	91Ab1109
129	90SAT-30 (UPF85 0380) / 90SA28(Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563)	91Ab1110
130	90SAT-31 (UFRGS 88 4110) / 90SA28(Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563)	91Ab1111
131	90SAT-32 (Barrow 1385(89)) / 90SA28(Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563)	91Ab1112
132	90SAT-32 (Barrow 1385(89)) / 90SA28(Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563)	91Ab1113
133	90SAT-33 (Barrow 10285(89)) / 90SA28(Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563)	91Ab1114
134	90SAT-34 (Cristal INTA) / 90SA28(Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563)	91Ab1115
135	90SAT-35 (UFRGS 7) / 90SA28(Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563)	91Ab1116
136	90SAT-36 (UFRGS 8) / 90SA28(Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563)	91Ab1117
137	90SAT-37 (UFRGS 10) / 90SA28(Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563)	91Ab1118
138	90SAT-38 (UFRGS 12) / 90SA28(Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563)	91Ab1119
139	90SA-20 (UPF 9) / 90SA28(Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563)	91Ab1120
140	90SA-30 (Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563) / 90SA28 (Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563)	91Ab1121
141	90SA-32 (UPF 830348) / 90SA28(Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563)	91Ab1122
142	90SA-40 (8014/301/CR/SR / JHG-8) / 90SA28 (Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563)	91Ab1123
143	90SA-53 (CTC84B993) / 90SA28 (Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563)	91Ab1124
144	90SA-88 (Shands Dwarf) / 90SA28 (Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563)	91Ab1126
145	90SA-28 (Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563) / 90SA20 (UPF-9)	91Ab1127
146	90SA-28 (Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563) / 90SA64 (2726/8014/1554/C19-5/SR/80SA207)	91Ab1128
147	90SAT-1 (Guaiba Sel. #1) / 90SA53 (CTC84B993)	91Ab1129
148	90SAT-5 (Guaiba Sel. #1) / 90SA53 (CTC84B993)	91Ab1130
149	90SAT-8 (Guaiba Sel. #1) / 90SA53 (CTC84B993)	91Ab1131
150	90SAT-16 (Guaiba Sel. #2) / 90SA53 (CTC84B993)	91Ab1133
151	90SAT-23 (UFRGS 88 4110) / 90SA53 (CTC84B993)	91Ab1134
152	90SAT-24 (UPF 22) / 90SA53 (CTC84B993)	91Ab1135
153	90SAT-28 (CTC84B 1415-2) / 90SA53 (CTC84B993)	91Ab1137
154	90SAT-29 (CTC84B 1415-3) / 90SA53 (CTC84B993)	91Ab1138
155	90SAT-30 (UPF 85 0380) / 90SA53 (CTC84B993)	91Ab1139

Continua

Continuación de Cuadro 14.

Número de Entrada (1992)	Identificación o Pedigrí	Fuente
156	90SAT-32 (Barrow 1385(89))/90SA53 (CTC84B993)	91Ab1140
157	90SAT-33 (Barrow 10285(89))/90SA53 (CTC84B993)	91Ab1141
158	90SAT-34 (Cristal INTA) / 90SA53 (CTC84B993)	91Ab1142
159	90SAT-34 (Cristal INTA) / 90SA53 (CTC84B993)	91Ab1142
160	90SAT-35 (UFRGS 7) / 90SA53 (CTC84B993)	91Ab1143
161	90SAT-36 (UFRGS 8) / 90SA53(CTC84B993)	91Ab1144
162	90SAT-37 (UFRGS 10) / 90SA53(CTC84B993)	91Ab1145
163	90SAT-38 (UFRGS 12) / 90SA53(CTC84B993)	91Ab1146
164	90SAT-39 (UFRGS 881064) / 90SA53(CTC84B993)	91Ab1147
165	90SAT-34 (Cristal INTA) / 90SAT-1 (Guaiba Sel. #1)	91Ab1150
166	90SAT-36 (UFRGS 8) / 90SAT-1 (Guaiba Sel. #1)	91Ab1151
167	90SAT-1 (Guaiba Sel. #1) / 90SA 32 (UPF830348)	91Ab1153
168	90SAT-1 (Guaiba Sel. #1) / 90SA88 (Shands Dwarf)	91Ab1154
169	90SAT-30 (UPF 850380) / 90SAT-2 (Guaiba Sel. #1)	91Ab1155
170	90SAT-25 (UPF 13) / 90SAT-4 (Guaiba Sel.#1)	91Ab1159
171	90SA 15 (Steele) / 90SAT-4 (Guaiba Sel. #1)	91Ab1162
172	90SAT-4 (Guaiba Sel. #1) / 90SA 20 (UPF-9)	91Ab1163
173	90SA 30 (Coron ² /Ctz ³ /Pendek/ME1563) / 90SAT-4 (Guaiba Sel. #1)	91Ab1164
174	90SA 40 (8014 / 301 / CR / SR / JHG-8) / 90SAT-4 (Guaiba Sel. #1)	91Ab1165
175	90SA 42 (C-5-2 CR CPX / 1563 / 312 / SRcpx) / 90SAT-4 (Guaiba Sel. #1)	91Ab1166
176	90SA 62 (2726/CR/SR/JHG-8/80GHSA141) / 90SAT-4 (Guaiba Sel. #1)	91Ab1167
177	90SAT-27 (84SA321B) / 90SAT-5 (Guaiba Sel. #1) / 90SAT-5 (Guaiba Sel. #1)	91Ab1169
178	90SAT-28 (CTC84B1415-2) / 90SAT-5 (Guaiba Sel. #1)	91Ab1170
179	90SAT-28 (CTC84B1415-2) / 90SAT-5 (Guaiba Sel. #1)	91Ab1170
180	90SAT-29 (CTC84B1415-2) / 90SAT-5 (Guaiba Sel. #1)	91Ab1171
181	90SAT-29 (CTC84B 1415-2) / 90SAT-5 (Guaiba Sel. #1)	91Ab1171
182	90SAT-30 (UPF85 0380) / 90SAT-5 (Guaiba Sel. #1)	91Ab1172
183	90SAT-39 (UFRGS 881064) / 90SA20 (UPF-9)	91Ab1174
184	90SAT-29 (CTC84B 1415-2) / 90SA20 (UPF-9)	91Ab1175
185	90SAT-38 (UFRGS 12) / 90SA20 (UPF-9)	91Ab1176
186	90SAT-39 (UFRGS 881064) / 90SA20 (UPF-9)	91Ab1177
187	90SAT-24 (UPF 22) / 90SA32 (UPF830348)	91Ab1178
188	90SAT-22 (UPF 13) / 90SA32 (UPF830348)	91Ab1179
189	90SAT-28 (CTC 84B 1415-2) / 90SA32 (UPF830348)	91Ab1180
190	90SAT-27 (84SA321 B) / 90SA32 (UPF830348)	91Ab1181

Continua

Continuación de Cuadro 14

Número de Entrada (1992)	Identificación o Pedigrí	Fuente
191	90SAT-29 (CTC 84B 1415-3) / 90SA32 (UPF830348)	91Ab1182
192	90SAT-29 (CTC 84B 1415-3) / 90SA32 (UPF830348)	91Ab1182
193	90SAT-30(UPF 85 0380) / 90SA32 (UPF830348)	91Ab1183
194	90SAT-35 (UFRGS 7) / 90SA32 (UPF830348)	91Ab1184
195	90SAT-36 (UFRGS 8) / 90SA32 (UPF830348)	91Ab1185
196	90SAT-36 (UFRGS 8) / 90SA32 (UPF830348)	91Ab1185
197	90SAT-39 (UFRGS 881064) / 90SA32 (UPF830348)	91Ab1186
198	90SAT-16 (Guaiba Sel. #2) / 90SA32 (UPF830348)	91Ab1187
199	90SAT-16 (Guaiba Sel. #2) / 90SA88 (Shands Dwarf)	91Ab1188
200	90SAT-3 (Guaiba Sel. #1) / 90SA51 (CTC 84B 1415-1)	91Ab1189
201	90SAT-5 (Guaiba Sel. #1) / 90SA51 (CTC 84B 1415-1)	91Ab1190
202	90SAT-5 (Guaiba Sel. #1) / 90SA51 (CTC 84B 1415-1)	91Ab1190
203	90SAT-17 (Guaiba Sel. #2) / 90SA51 (CTC 84B 1415-1)	91Ab1191
204	90SAT-17 (Guaiba Sel. #2) / 90SA51 (CTC 84B 1415-1)	91Ab1191
205	90SAT-30 (UPF 85 0380) / 90SA51 (CTC 84B 1415-1)	91Ab1193
206	90SAT-31 (UFRGS 88 4110) / 90SA51 (CTC 84B 1415-1)	91Ab1194
207	90SAT-32 (Barrow 1385(89)) / 90SA51 (CTC 84B 1415-1)	91Ab1195
208	90SAT-34 (Cristal INTA) / 90SA51 (CTC 84B 1415-1)	91Ab1196
209	90SAT-34 (Cristal INTA) / 90SA51 (CTC 84B 1415-1)	91Ab1196
210	90SAT-35 (UFRGS 7) / 90SA51 (CTC 84B 1415-1)	91Ab1197
211	90SAT-37 (UFRGS 10) / 90SA51 (CTC 84B 1415-1)	91Ab1198
212	90SAT-37 (UFRGS 10) / 90SA51 (CTC 84B 1415-1)	91Ab1198
213	90SAT-38 (UFRGS 12) / 90SA51 (CTC 84B 1415-1)	91Ab1199
214	90SA88 (Shands Dwarf) / 90SAT-27 (84SA321B)	91Ab1200
215	90SAT-29(CTC84B1415-3) / 90SA119(Coron ² / Ctz ³ / Pendek / ME1563)	91Ab1201
216	90SAT-30(UPF 85 0380) / 90SA119(Coron ² / Ctz ³ / Pendek / ME1563)	91Ab1202
217	90SAT-36(UFRGS 8) / 90SA119(Coron ² / Ctz ³ / Pendek / ME1563)	91Ab1203
218	90SAT-36(UFRGS 8) / 90SA119(Coron ² / Ctz ³ / Pendek / ME1563)	91Ab1203
219	90SAT-37(UFRGS 10) / 90SA119(Coron ² / Ctz ³ / Pendek / ME1563)	91Ab1204
220	90SA30 (Coron ² / Ctz ³ / Pendek / ME1563) / 90SA53 (CTC84B993)	91Ab1206
221	90SA32 (UPF 830348) / 90SA53 (CTC84B993)	91Ab1207
222	90SAT-36 (UFRGS 8) / 90SA53 (CTC84B993)	91Ab1209
223	90SAT-36 (UFRGS 8) / 90SA53 (CTC84B993)	91Ab1209
224	90SA39 (UFRGS881064) / 90SA28(CTC84B1415-2)	91Ab1210
225	Ozark / 82M4964	91Ab785-793
226	Coker 87-11 / 82M4964	91Ab808-817
227	Nora / 82M4964	91Ab829-837
228	H422 / 82M4964	91Ab848-856
229	TAMO 386 / 90SAT-5 (Guaiba Sel. # 1)	91Ab877-886
230	90SA30 (Coron ² / Ctz ³ / Pendek / ME1563) / H422	91Ab887-896
231	90SA28 (Coron ² / Ctz ³ / Pendek / ME1563) / H422	91Ab897-906
232.	RODNEY	RODNEY
233	DUMONNT	DUMONNT

Cuadro 15. Pedigrí de las 219 líneas segregantes F₃ de avena de la colección de la Universidad de Minnesota, EUA 1996.

Número de Entrada (1996)	Identificación o Pedigrí	Fuente
1	MILTON	MILTON
2**+	Ogle-1 / Amagalon // ND881508	NZ 94-95- 3046
3**+	90206 / Jerry	NZ 94-95- 3065
4**+	90206 / Jerry	NZ 94-95- 3071
5	90206 / Jerry	NZ 94-95- 3083
6	Ogle-1 // Obee / Midsouth / 3 / Jerry	NZ 94-95- 3089
7	Jerry / 3 / IL 85- 1338 // C5-3 / C5 -13	NZ 94-95- 3120
8	Jerry / 3 / IL 85- 1338 // C5-3 / C5 -13	NZ 94-95- 3122
9	89252 / Settler	NZ 94-95- 3164
10	86228 / 3 / Ogle-1 / Obee / Midsouth	NZ 94-95- 3167
11	86228 / 3 / Ogle-1 / Obee / Midsouth	NZ 94-95- 3172
12	86228 / 3 / Ogle-1 / Obee / Midsouth	NZ 94-95- 3173
13	86228 / 3 / Ogle-1 / Obee / Midsouth	NZ 94-95- 3173
14	86228 / 3 / Ogle-1 / Obee / Midsouth	NZ 94-95- 3182
15	STARTER / 4 / WIS. 1961- / NO // P72288 / 3 / IL.82-375f	NZ 94-95- 3207
16	OGLE / 20 // STARTER / 10 / 3 / STARTER	NZ 94-95- 3215
17	IL. 8308037 // OGLE / 8 / 3 / STARTER	NZ 94-95- 3226
18**+	IL. 8308037 // OGLE / 8 / 3 / STARTER	NZ 94-95- 3231
19	MI. 84-0- 6 / STARTER - 1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3245
20	MI. 84-0- 6 / STARTER - 1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3257
21+	MI. 84-0- 6 / STARTER - 1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3263
22**+	OGLE-1 "WPcOM" / MI84-0-6	NZ 94-95- 3300
23**+	OGLE-1 "WPcOM" / MI84-0-6	NZ 94-95- 3310
24**+	OGLE-1 "WPcOM" / MI84-0-6	NZ 94-95- 3317
25**+	OGLE-1 "WPcOM" / MI84-0-6	NZ 94-95- 3319
26	86228 / WISC. X5673-2	NZ 94-95- 3338
27**+	86228 / WISC. X5673-2	NZ 94-95- 3352
28	86228 / WISC. X5673-2	NZ 94-95- 3354
29**+	86228 / WISC. X5673-2	NZ 94-95- 3356
30**+	86228 / WISC. X5673-2	NZ 94-95- 3357
31**+	86228 / WISC. X5673-2	NZ 94-95- 3358
32**+	89127	NZ 94-95- 3359
33**+	86228 / WISC.X5673-2	NZ 94-95- 3360
34	86228 / WISC.X5673-2	NZ 94-95- 3364
35**+	86228 / WISC.X5673-2	NZ 94-95- 3365
36	89127	NZ 94-95- 3372
37**+	86228 / WISC.X5673-2	NZ 94-95- 3376
38**+	86228 / WISC.X5673-2	NZ 94-95- 3378
39**+	86228 / WISC.X5673-2	NZ 94-95- 3385
40	TROY / STARTER-1"WOMPc"	NZ 94-95- 3409
41	TROY / STARTER-1"WOMPc"	NZ 94-95- 3411
42	TROY / STARTER-1"WOMPc"	NZ 94-95- 3416
43**+	TROY / STARTER-1"WOMPc"	NZ 94-95- 3420
44	TROY / STARTER-1"WOMPc"	NZ 94-95- 3443

continúa

**Líneas avanzadas hasta F₄
+ Líneas avanzadas hasta F₅

Continuación Cuadro 15.

Número de Entrada (1996)	Identificación o Pedigrí	Fuente
45	TROY / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3454
46	TROY / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3458
47	TROY / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3466
48	TROY / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3476
49	TROY / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3484
50**+	TROY / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3486
51	TROY / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3501
52	TROY / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3512
53**+	DANE / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3525
54**+	89127	NZ 94-95- 3526
55**+	DANE / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3528
56	DANE / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3541
57	DANE / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3544
58	DANE / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3548
59	DANE / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3553
60	ND870258/OGLE-1 "W / PcOM"	NZ 94-95- 3639
61**+	ND870258/OGLE-1 "W / PcOM"	NZ 94-95- 3653
62**+	ND870258/OGLE-1 "W / PcOM"	NZ 94-95- 3654
63**+	ND870258/OGLE-1 "W / PcOM"	NZ 94-95- 3655
64	STARTER / 81113 //82-1657 / 3 /STARTER	NZ 94-95- 3678
65	MI.84-0-6 / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3686
66**+	MI.84-0-6 / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3692
67**+	89127	NZ 94-95- 3701
68**+	MI.84-0-6 / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3705
69**+	OGLE-1 "WAMAGPc" / 88176	NZ 94-95- 3782
70	STARTER 3 / STARTER//STARTER BC 5 / OBEE / MIDSOUTH	NZ 94-95- 3796
71	STARTER 3 / STARTER//STARTER BC 5 / OBEE / MIDSOUTH	NZ 94-95- 3797
72	STARTER 1 / STARTER//STARTER BC 5 / OBEE / MIDSOUTH	NZ 94-95- 3809
73**+	STARTER 1 / STARTER//STARTER BC 5 / OBEE / MIDSOUTH	NZ 94-95- 3817
74	STARTER 10 / STARTER//STARTER BC 5 / OBEE / MIDSOUTH	NZ 94-95- 3835
75**+	STARTER 4 / STARTER//STARTER BC 5 / Amagalon	NZ 94-95- 3872
76**+	ND870258 / OGLE-1 "W / PcOM"	NZ 94-95- 3632
77	AMAGALON / 4*OGLE // 89127	NZ 94-95- 4197
78**+	AMAGALON / 4*OGLE // 89127	NZ 94-95- 4210
79	AMAGALON / 4*OGLE // 89127	NZ 94-95- 4221
80	AMAGALON / 4*OGLE // 89127	NZ 94-95- 4225
81	AMAGALON / 4*OGLE // 89127	NZ 94-95- 4229
82**+	AMAGALON / 4*OGLE // 89127	NZ 94-95- 4230
83	AMAGALON / 4*OGLE // 89127	NZ 94-95- 4235
84	AMAGALON / 4*OGLE // 89127	NZ 94-95- 4236
85	AMAGALON / 4*OGLE // 89127	NZ 94-95- 4245
86**+	AMAGALON / 4*OGLE // 89127	NZ 94-95- 4254
87	AMAGALON / 4*OGLE	NZ 94-95- 4260
88	AMAGALON / 4*OGLE // 92140	NZ 94-95- 4268
89	AMAGALON / 4*OGLE // 92140	NZ 94-95- 4269
90	AMAGALON / 4*OGLE // 92140	NZ 94-95- 4271

Continua

Continuación Cuadro 15.

Número de Entrada (1996)	Identificación o Pedigrí	Fuente
91	AMAGALON / 4*OGLE // 92140	NZ 94-95-4272
92	AMAGALON / 4*OGLE // 92140	NZ 94-95-4275
93**+	AMAGALON / 4*OGLE // 92140	NZ 94-95-4276
94**+	AMAGALON / 4*OGLE // 92140	NZ 94-95-4280
95	AMAGALON / 4*OGLE // 92140	NZ 94-95-4281
96	AMAGALON / 4*OGLE // 92140	NZ 94-95-4283
97	AMAGALON / 4*OGLE // 92140	NZ 94-95-4284
98	AMAGALON / 4*OGLE // 92140	NZ 94-95-4290
99	AMAGALON / 4*OGLE // 92140	NZ 94-95-4301
100	AMAGALON / 4*OGLE // 92140	NZ 94-95-4308
101	AMAGALON / 4*OGLE // 92140	NZ 94-95-4310
102**+	AMAGALON / 4*OGLE // 92140	NZ 94-95-4318
103**+	AMAGALON / 4*OGLE // 92140	NZ 94-95-4333
104	AMAGALON / 4*OGLE	NZ 94-95-4344
105	89127 / 3 / OBEE / MIDSOUTH // 5*OGLE	NZ 94-95-4353
106	89127 / 3 / OBEE / MIDSOUTH // 5*OGLE	NZ 94-95-4362
107	89127 / 3 / OBEE / MIDSOUTH // 5*OGLE	NZ 94-95-4363
108	TROY / 3 / OBEE / MIDSOUTH // 5*OGLE	NZ 94-95-4372
109	TROY / 3 / OBEE / MIDSOUTH // 5*OGLE	NZ 94-95-4379
110**+	TROY / 3 / OBEE / MIDSOUTH // 5*OGLE	NZ 94-95-4384
111	TROY / 3 / OBEE / MIDSOUTH // 5*OGLE	NZ 94-95-4385
112**+	OBEE / MIDSOUTH // 5*OGLE	NZ 94-95-4394
113	MILTON / 3 / OBEE / MIDSOUTH // 5*OGLE	NZ 94-95-4400
114**+	MILTON / 3 / OBEE / MIDSOUTH // 5*OGLE	NZ 94-95-4408
115	MILTON / 3 / OBEE / MIDSOUTH // 5*OGLE	NZ 94-95-4411
116**+	MILTON	NZ 94-95-4417
117**+	OBEE / MIDSOUTH // 5*OGLE	NZ 94-95-4422
118**+	PAL / 3 / OBEE / MIDSOUTH // 5*OGLE	NZ 94-95-4428
119	TROY / 3 / OBEE / MIDSOUTH // 5*OGLE	NZ 94-95-4506
120**+	SD 89504	NZ 94-95-4522
121**+	PAL / WI X6166-2	NZ 94-95-4525
122**+	PAL / WI X6166-2	NZ 94-95-4536
123**+	PAL / WI X6166-2	NZ 94-95-4552
124**+	PAL / WI X6166-2	NZ 94-95-4559
125**+	MILTON	NZ 94-95-4562
126**+	89127	NZ 94-95-4563
127**+	TROY / PAL	NZ 94-95-4571
128	TROY / PAL	NZ 94-95-4576
129**+	PAL / 3 / OBEE / MIDSOUTH // 6*OGLE	NZ 94-95-4585
130**+	PAL / 3 / OBEE / MIDSOUTH // 6*OGLE	NZ 94-95-4598
131**+	PAL / 3 / OBEE / MIDSOUTH // 6*OGLE	NZ 94-95-4600
132**+	PAL / 3 / OBEE / MIDSOUTH // 6*OGLE	NZ 94-95-4603
133**+	MILTON	NZ 94-95-4619
134	PAL // OBEE / MIDSOUTH // 5*STARTER	NZ 94-95-4628
135	PAL // OBEE / MIDSOUTH // 5*STARTER	NZ 94-95-4632
136	PAL // OBEE / MIDSOUTH // 5*STARTER	NZ 94-95-4637
137**+	PAL // OBEE / MIDSOUTH // 5*STARTER	NZ 94-95-4639

Continua

Continúa Cuadro 15

Número de Entrada (1996)	Identificación o Pedigrí	Fuente
138**+	OBEE / MIDSOUTH // 5*STARTER	NZ 94-95-4651
139+	OBEE / MIDSOUTH // 5*STARTER	NZ 94-95-4656
140	78142 // AMAGALON / 5*STARTER	RO-95- 1429
141**+	78142 // AMAGALON / 5*STARTER	RO-95- 1430
142**+	78142 // AMAGALON / 5*STARTER	RO-95- 1433
143	78142 // AMAGALON / 5*STARTER	RO-95- 1434
144**+	78142 // AMAGALON / 5*STARTER	RO-95- 1447
145	92102 // AMAGALON / 4*STARTER	RO-95- 1461
146	92102 // AMAGALON / 4*STARTER	RO-95- 1467
147	92102 // AMAGALON / 4*STARTER	RO-95- 1487
148	92102 // AMAGALON / 4*STARTER	RO-95- 1493
149**+	92102 // AMAGALON / 4*STARTER	RO-95- 1503
150	92102 // AMAGALON / 4*STARTER	RO-95- 1511
151	92102 // AMAGALON / 4*STARTER	RO-95- 1524
152	92102 // AMAGALON / 4*STARTER	RO-95- 1526
153	92102 // AMAGALON / 4*STARTER	RO-95- 1527
154	78142 / Troy	RO-95- 1536
155**+	AMAGALON / 4*STARTER // 92104	RO-95- 1542
156**+	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1548
157	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1550
158**+	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1555
159	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1562
160	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1566
161	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1579
162	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1583
163**	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1586
164	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1588
165	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1598
166	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1607
167	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1611
168	Amagalon / 4*Ogle // 85208 / Horicon	RO-95- 1621
169	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1622
170	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1628
171	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1631
172	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1632
173	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1633
174**+	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1636
175	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1642
176**+	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1644
177**+	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1650
178	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1655
179**+	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1656
180	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1659
181	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1660
182	AMAGALON / 4*OGLE // 92104	RO-95- 1662
183**+	AMAGALON / 4*STARTER // 92104	RO-95- 1666

Continúa

Continuación Cuadro 15.

Número de Entrada (1996)	Identificación o Pedigrí	Fuente
184	AMAGALON / 4*STARTER // 92104	RO-95- 1669
185**+	93129 // AMAGALON / 4*STARTER	RO-95- 1678
186	93129 // AMAGALON / 4*STARTER	RO-95- 1679
187	93129 // AMAGALON / 4*STARTER	RO-95- 1681
188	93129 // AMAGALON / 4*STARTER	RO-95- 1687
189**+	93129 // AMAGALON / 4*STARTER	RO-95- 1694
190	93129 // AMAGALON / 4*STARTER	RO-95- 1695
191**+	90206 / Jerry.	NZ 94-95- 3088
192**+	Jerry / 3 / IL 85- 1338 // C5-3 / C5-13	NZ 94-95- 3134
193	MI. 84-0-6 / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3266
194	MI. 84-0-6 / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3270
195**+	MI. 84-0-6 / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3275
196**+	OGLE-1 "WPcOM" / MI84-0-6	NZ 94-95- 3298
197	86228 / WISC.X5673-2	NZ 94-95- 3340
198	86228 / WISC.X5673-2	NZ 94-95- 3342
199	86228 / WISC.X5673-2	NZ 94-95- 3343
200**+	TROY / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3410
201	TROY / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3426
202**+	TROY / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3441
203+	TROY / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3450
204**+	TROY / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3465
205**+	89127	NZ 94-95- 3504
206	DANE / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3518
207	DANE / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3549
208	DANE / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3567
209**+	ND870258 / OGLE-1 "W / PcOM"	NZ 94-95- 3642
210**+	MI. 84-0-6 / STARTER-1 "WOMPc"	NZ 94-95- 3684
211	STARTER 17 / STARTER // STARTER BC5 / OBEE / MIDSOUTH	NZ 94-95- 3854
212**+	93127 / 89127	NZ 94-95- 4185
213**+	ND 880107 / 89127	NZ 94-95- 4193
214	AMAGALON / 4*OGLE // 89127	NZ 94-95- 4195
215	AMAGALON / 4*OGLE // 89127	NZ 94-95- 4246
216	AMAGALON / 4*STARTER // MILTON	RO-95- 1122
217	Milton // Amagalon / 4*Ogle	RO-95- 1158
218	Amagalon / 4*Ogle // 92104	RO-95- 1570
219	78142 // Amagalon / 5*Starter	RO-95- 1435

Cuadro 16. Pedigrí de 40 Nuevas Variedades de avena de la Colección de la Universidad de Minnesota, EUA 1996.

Número de Entrada (1996)	Identificación o Pedigrí	Fuente
1-2	MILTON	MILTON
2-2	MN8431231	91148
3-2	O. AMAG	O. AMAG
4-2	S. AMAG	S. AMAG
5-2	WI 2977-1 / 77151 // Ogle	MN89127
6-2	O // G / 836 / 3 / AVON / 4 / PRESTON / 5 / ND82094	92105
7-2	O // G / 836 / 3 / AVON / 4 / PRESTON / 5 / STARTER	92104
8-2	MN84231 / Starter	93229
9-2	PAL	PAL
10-2	PUR. 76178D1 / 3 / WI. 1961-1 / NO // PUR. 72288	93272
11-2	Valley / P76178D1	92227
12-2	Starter / MN84231	93230
13-2	DANE	DANE
14-2	MN84231 / Starter	93129
15-2	MN84231 / Starter	93227
16-2	MN86209 / P76178D1	93269
17-2	TROY	TROY
18-2	Whitstone	Whitstone
19-2	STARTER / 84231	94201
20-2	85208 / HORICON	94224
21-2	HORICON / PUR. 76178D1	94238
22-2	INO9201	INO9201
23-2	ND830646 / C5-1	94264
24-2	PUR.76163A1-14-5-3-13	94266
25-2	NEWDAK / 85208	94110
26-2	HORICON / 84231	94143
27-2	JERRY	JERRY
28-2	VALLEY / PUR. 76478D1	93263
29-2	WI. 1961-1 / NO / PUR. 72288 / 3 / PUR. 76178D1	93267
30-2	STARTER / 84231	94203
31-2	STARTER / 84231	94207
32-2	PAUL	PAUL
33-2	HORICON / PUR. 76178D1	94233
34-2	WI. 4877-2 // WI. 1961-1 / NO / 3 / PUR. 72288	93120
35-2	NEWDAK / 86209	94112
36-2	WI. X5673-2	WI. X5673-2
37-2	HORICON / 84231 // 86108	94144
38-2	84231 // HORICON / TROY	94145
39-2	84231 // HORICON / TROY	94146
40-2	P88122E1	P88122E1

Continúa

Cuadro 17. Lista de 19 Genotipos elite avanzados de Avena de la Colección de la Universidad de Minnesota, EUA 1995, donde se puede distinguir, numero de genotipo, entrada, identificación, y linea de semilla. Desde el genotipo 1 al 19, con su respectiva Genealogía.

Número de Genotipo Año 1995	Entrada	Identificación o Pedigrí	LINEA
		GENOTIPOS TEMPRANOS	
1	391	88231 / STARTER	95180
2	380	MN86226 // PUR7869D1 / MN88231	95170
3	301	PUR. 76178D1 / 3 / WI. 1961-1 / NO	94115
4	386	MN88231 / PUR869D1 // MN86226	95175
5	385	MN88231 / PUR869D1 // MN86226	95174
6	395	STARTER / 84231	95184
7	317	MN86228 / R. S. OP271	95109
8	316	MN86228 / R. S. OP271	95108
9	394	MARION / PREMIER	95183
10	366	MN84231 / MN86108	95156
11	309	85208 / HORICON	95101
12	359	IL. 83-8037 // STARTER / 17	95149
		GENOTIPOS TARDÍOS	
13	508	TROY / PA. 8393-17361	94273
14	517	TROY / PA. 8393-17361	95207
15	502	VALLEY / PUR. 76178D1	94213
16	573	HORICON / MN84234 // MN86108	95259
17	515	88231 / PUR. 869D1 // 86226	94261
18	537	ND862415 / BROWN	95226
19	600	86209 / PUR76178D1	93268

3. Evaluación de genotipos de avena susceptibles a la roya de la hoja, sometidos a irradiación para la inducción de mutaciones.

3. 4. 1. 1. Experimentos de evaluación de variedades comerciales de avena:

Se realizaron 18 experimentos de evaluación de variedades de avena con los siguientes objetivos:

- 1) Evaluación del potencial de rendimiento forrajero de 17 variedades comerciales y de líneas avanzadas de avena.
- 2) Identificación de fuentes de resistencia a la roya de la corona.

Todos los experimentos se sembraron en parcelas de cuatro hileras con una distancia de 40 cm entre ellas y sembrando la semilla a chorrillo cargado. La longitud de las hileras fue de 5 m. Para la cosecha, se midió un metro lineal del surco o hilera de uno de los dos centrales; todas las plantas se cosecharon y se estimó el peso fresco. Posteriormente las plantas se colocaron en un cuarto de secado, y se dejaron hasta peso seco constante. En todos los experimentos, el diseño experimental fue de Bloques al Azar con cuatro repeticiones. En las variables en las que se encontró significancia estadística, se realizó la comparación de medias mediante la técnica de Tukey al 0.05 de probabilidad. El trabajo de análisis estadístico se hizo con el paquete computacional de Olivares (1994). En el Cuadro 18 aparecen los experimentos establecidos y las características más importantes de cada uno de ellos.

Cuadro 18. Experimentos de evaluación de variedades comerciales de avena, y sus características más importantes.

Num. de Experimento	Genotipos Evaluados	Fecha de siembra	Localidad	Ciclo Agrícola	Cosecha del Experimento
1	12 (en pág. 116, inciso B primeros 12 genotipos)	23/ Dic. /1994	Marín, N. L. (FAUANL)	Invierno 1994-95	30 / Mayo/ 1995
2	12 (en pág. 116, inciso B primeros 12 genotipos)	23/ Dic. /1994	Marín, N. L. (FAUANL)	Invierno 1994-95	30 / Mayo/1995
3	13 (en pág. 116, inciso B los 13 genotipos)	13 / Enero /1995	Gral. Terán, N. L. (INIFAP)	Invierno 1994-95	28 / Mayo/ 1995
4	13 (en pág. 116, inciso B los 13 genotipos)	12/ Agosto/ 1995	La Ascensión, Aramberrí, N.L. (FAUANL)	Verano 1995	15 / Enero / 1996
5	16 (en pág. 116, inciso B y C genotipos del 1 al 16)	14 / Enero / 1996	Marín, N. L. (FAUANL)	Invierno 1995-96	15 /Junio / 1996
6	16 (en pág. 116, inciso B y C genotipos del 1 al 16)	14 / Enero / 1996	Marín, N. L. (FAUANL)	Invierno 1995-96	15 / Junio / 1996
7	43 (Cuadro 16 genotipos del 1 al 40) y tres Testigos: Coronado, Cuauhtémoc y Saia)	14 / Enero / 1996	Marín, N. L. (FAUANL)	Invierno 1995-96	15 / Junio / 1996
8	19 (Cuadro 17 genotipos del 1 al 19)	15 / Enero / 1996	Marín, N. L. (FAUANL)	Invierno 1995-96	15 / Junio / 1996
9	16 (en pág. 116, inciso B y C genotipos del 1 al 16)	17 / Enero /1996	Gral. Terán, N. L. (INIFAP)	Invierno 1995-96	20 / Junio / 1996
10	21 (en pág. 116, inciso B y C, genotipos del 1 al 16) y cinco líneas experimentales F ₅ ** (FAUANL)	28/ Julio /1996	La Ascensión, Aramberrí, N.L. (FAUANL)	Verano 1996	15 / Enero / 1997
11	43 (Cuadro 16 genotipos del 1 al 40) (y tres Testigos: Coronado, Cuauhtémoc y Saia).	28/ Julio /1996	La Ascensión, Aramberrí, N.L. (FAUANL)	Verano 1996	15 / Enero / 1997
12	19 Cuadro 17, genotipos del 1 al 19)	28/ Julio /1996	La Ascensión, Aramberrí, N.L. (FAUANL)	Verano 1996	15 / Enero / 1997
13	22 (en pág. 116, inciso B y C, genotipos del 1 al 17) Más cinco líneas experimentales F ₆ *** (FAUANL)	16 / Enero / 1997	Marín, N. L. (FAUANL)	Invierno 1996-97	31 / Mayo/ 1997

** Líneas segregantes F₂: L-164 (3), L-177(2), L-135(1), L-225(2) y L-170(2) de la FAUANL.

*** Líneas segregantes F₆: L-164 (3), L-177(2), L-135(1), L-225(2) y L-170(2) de la FAUANL.

Continúa Cuadro 18

Cuadro 18. Continua

Num. de Experimento	Genotipos Evaluados	Fecha de siembra	Localidad	Ciclo Agrícola	Cosecha del Experimento
14	43 (Cuadro 16 genotipos del 1 al 40) (y tres Testigos: Coronado, Cuauhtémoc y Saia)	07 / Enero / 1997	Marín, N. L. (FAUANL)	Invierno 1996-97	31 / Mayo / 1997
15	22 (en pág. 116, inciso B y C , genotipos del 1 al 17) cinco líneas experimentales F ₆ *** FAUANL)	16 / Enero / 1997	Gral. Terán, N. L. (INIFAP)	Invierno 1996-97	05 / Junio / 1997
16	43 (Cuadro 16 genotipos del 1 al 40) Testigos: Coronado, Cuauhtémoc y Saia)	16/ Enero /1997	Gral. Terán, N. L. (INIFAP)	Invierno 1996-97	05 / Junio / 1997
17	22 (en pág. 116, inciso B y C , genotipos del 1 al 17) (Más cuatro líneas segregantes F ₇ y una línea F ₅ **** FAUANL)	19/ Noviembre /1997	Marín, N. L. (FAUANL)	Invierno 1997-98	31 / Mayo / 1998
18	22 (en pág. 116, inciso B y C , genotipos del 1 al 17) (Más cuatro líneas segregantes F ₇ y una línea F ₅ **** FAUANL)	08 / Noviembre /1997	Gral. Terán, N. L. (INIFAP)	Invierno 1997-98	30 / Mayo / 1998

*** Líneas Segregantes F₆: L-164 (3), L-177(2), L-135(1), L-225(2) y L-170(2) de la FAUANL**** Cuatro Líneas Segregantes F₇: L-164 (3), L-177(2), L-135(1), L-225(2) y una Línea F₅, L-138 (1) de la FAUANL.

3. 4. 1. 2. Evaluación de líneas segregantes de avena provenientes de dos colecciones internacionales (Quaker Oat Nursery y Universidad de Minnesota, E.U.A.).

I.- Experimentos con líneas de la Colección Quaker Oat Nursery

Se realizaron 14 experimentos utilizando esta colección. En la Figura 3 se puede apreciar el esquema del Método Genealógico seguido en esta colección en diferentes localidades y años con los objetivos siguientes:

- 1). Identificación de fuentes de resistencia a la roya de la corona (*Puccinia coronata* Cda.)
- 2). Caracterización agronómica de los materiales introducidos.
- 3). Avanzar generacionalmente el material genético.
- 4). Detectar variables agronómicas de valor o interés comercial para futuros trabajos de investigación.

Para alcanzar estos objetivos se estimó la reacción a la roya de la corona de la siguiente manera: Mediante escalas diagramáticas se realizaron las diferentes mediciones en campo de acuerdo a lo propuesto por Stubbs *et al.*, (1986) y Roelfs *et al.*, (1992).

La intensidad de las royas (de la corona, del tallo y de la hoja de los cereales) toma como base la gravedad (porcentaje infectado de la planta) y la respuesta (tipo de reacción ante la enfermedad). De acuerdo con Stubbs *et al.*, (1986) y Roelfs *et al.*, (1992) se utiliza el sistema siguiente:

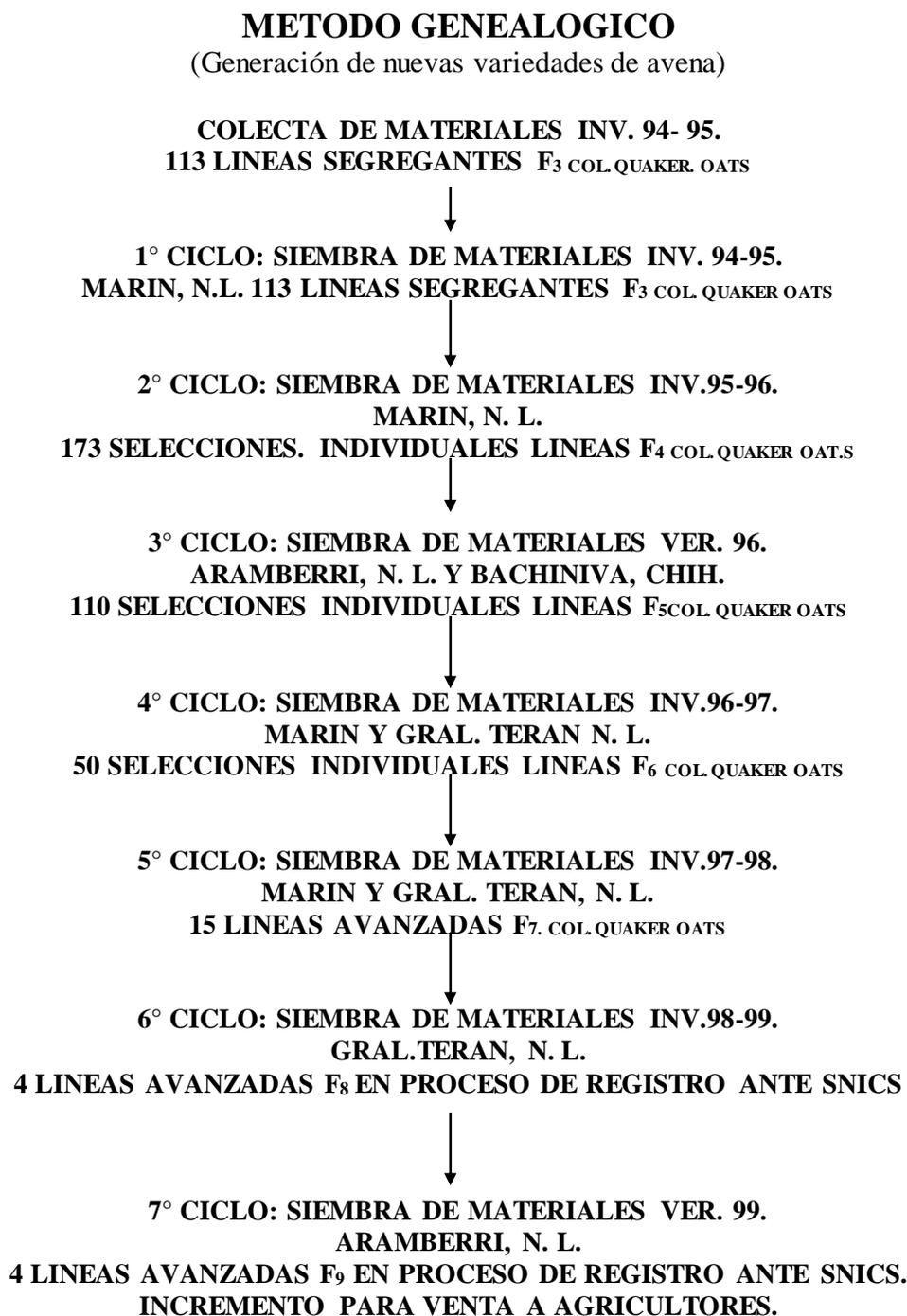


Figura 3. Método Genealógico aplicado a materiales segregantes (F₃) introducidos de la colección Quaker Oat Nursery E. U. A.

Se registra la gravedad como un porcentaje, pero como esta basada en la observación, no se pueden obtener resultados absolutamente exactos. Por lo que, frecuentemente se usan los siguientes intervalos: Traza, 5, 10, 20, 40, 60, y 100% de infección. La respuesta se refiere al tipo de infección y se clasifica de acuerdo con la escala siguiente: 0- no hay infección visible; R- Resistente: áreas necróticas con o sin pústulas pequeñas; MR-Moderadamente Resistente: pústulas pequeñas rodeadas por áreas necróticas; M-Intermedia: pústulas de tamaño variable, algo de necrosis y / o clorosis; MS-Moderadamente Sensible (Susceptible): pústulas de tamaño mediano, no hay necrosis, pero es posible que haya algo de clorosis; Sensible (Susceptible): pústulas grandes, sin necrosis ni clorosis. Comúnmente se combinan los registros de gravedad y la respuesta, por ejem: 5MR= gravedad del 5% de un tipo moderadamente resistente. Se midió también el rendimiento de forraje verde y seco ($t\ ha^{-1}$); para esto se cosecharon las plantas de un metro lineal, la humedad se eliminó colocando el material cosechado en una estufa de secado.

Las evaluaciones del material experimental se sembraron en parcelas de dos hileras de 5 m y con una separación de 0.4 m entre ellas. La semilla se deposito a chorrillo cargado utilizando una densidad de siembra de $90\ Kg\ ha^{-1}$. El análisis estadístico utilizado fue un Diseño Aumentado formando bloques de cinco líneas experimentales y dos testigos (Cuauhtémoc y Saia).

En el Cuadro 19 aparecen las fechas de siembra y cosecha de los experimentos, así como el numero de genotipos probados, el ciclo y la localidad de siembra, mientras que en el Cuadro 20 aparecen los genotipos o Selecciones individuales involucrados en los

Cuadro 19. Características de los experimentos de avena establecidos con materiales genéticos de la Colección Quaker Oat Nursery.

Num. de Experimento	Genotipos Evaluados	Nº de Bloques	Localidad	Ciclo Agrícola	Fecha de siembra	Cosecha del Experimento
1	113 Líneas F ₃ (Cuadro 14, genotipos del 1 al 113)	22	Marín, N. L. FAUANL	Invierno 1994-95	13/ Enero /1995	28 / Mayo / 1995
2	113 Líneas F ₃ (Cuadro 14 genotipos del 1 al 113)	22	La Ascensión, Aramberri, N.L. FAUANL	Verano 1995	2/ Agosto /1995	15 / Enero/1996
3	113 Líneas F ₄ (Cuadro 21A genotipos del 1 al 113)	19	Marín, N. L. FAUANL	Invierno 1995-96	4 / Ene. /1996	15 / Junio / 1996
4	173 Selecciones individuales de Líneas F ₄ (Cuadro 22A genotipos del 1 al 173)	18	Marín, N. L. FAUANL	Invierno 1995-96	04 / Ene. /1996	15 / Junio / 1996
5	113 Líneas F ₄ (Cuadro 23A genotipos del 1 al 113)	19	Gral. Terán, N. L. INIFAP	Invierno 1995-96	17 / Enero / 1996	20 /Junio / 1996
6	110 Selecciones individuales de Líneas F ₅ (Cuadro 24A genotipos del 1 al 110)	4	La Ascensión, Aramberri, N.L. FAUANL	Verano 1996	28 / Julio / 1996	15 / Enero / 1997
7	110 Selecciones individuales de Líneas F ₅ (Cuadro 25A genotipos del 1 al 110)	4	Bachiniva, Chih. INIFAP	Verano 1996	28 / Julio / 1996	30 / Noviembre/1996
8	50 Selecciones individuales de Líneas F ₆ (Cuadro 20 genotipos del 1 al 50)	5	Marín, N. L. FAUANL	Invierno 1996-97	6 / Enero / 1997	31 / Mayo / 1997
9	elecciones individuales de Líneas F ₆ (Cuadro 27A genotipos del 1 al 86)	9	Gral. Terán, N. L. INIFAP	Invierno 1996-97	16 / Enero /1997	15 / Junio / 1997
10	elecciones individuales de Líneas F ₇ (Q. O. N.) y F ₅ (U. MN.). (Cuadro 28A genotipos del 1 al 47)	3	Cd. Cuauhtémoc, Chih. INIFAP	Verano 1997	30 / Julio /1997	30 / Dic. / 1997
11	47 Selecciones individuales de Líneas F ₇ (Q. O. N.) y F ₅ (U. MN.). (Cuadro 29A, genotipos del 1 al 47)	5	Marín, N. L. FAUANL	Invierno 1997-98	19 / Nov. /1997	31 / Mayo / 1998
12	47 Selecciones individuales de Líneas F ₇ (Q. O. N.) y F ₅ (U. MN.). (Cuadro 30A genotipos del 1 al 47)	5	Gral. Terán, N. L. INIFAP	Invierno 1997-98	08 / Nov. / 1997	30 / Mayo / 1998

Continuación

Continúa Cuadro 19.

Num. de Experimento	Genotipos Evaluados	N° de Bloques	Localidad	Ciclo Agrícola	Fecha de siembra	osecha del Experimento
12	47 Selecciones individuales de Líneas F ₇ (Q. O. N.) y F ₅ (U. MN.). (Cuadro 30A genotipos del 1 al 47)	5	Terán, N. L. INIFAP	Invierno 1997-98	08 / Nov. / 1997	30 / Mayo / 1998
13	47 Selecciones individuales de Líneas F ₈ (Q. O. N.) y F ₆ (U. MN). (Cuadro 31A genotipos del 1 al 47)	5	Terán, N. L. INIFAP	Invierno 1998-99	9 / Enero / 1999	01 / Junio / 1999.
14	12 Líneas Avanzadas de Líneas F ₉ (Q. O. N.) y F ₇ (U. MN.). (Cuadro 32A genotipos del 1 al 12) más tres testigos regionales.	3	Ascensión, Aramberri, N.L. FAUANL	Verano 1999.	02 / Junio / 1999	15 / Enero / 2000

Cuadro 20. Genotipos o Selecciones individuales involucrados en los experimentos de líneas segregantes de avena desarrolladas a partir de la Colección Quaker Oat Nursery, clasificados por número de experimento y por localidad.

Num. de Experimento	Genotipos Evaluados	Localidad	Ciclo Agrícola
8	50 Sel. Individuales F ₆ : 191(2-1), 200 (3-1), 222(3-1), 163(3-1), 164(3-1), 150(3-1), 124(3-1), 218(2-1), 149(3-1), 170(2-1), 191(3-1), 161(2-1), 139(2-1), 158(3-1), 185(3-1), 146(2-1), 148(2-1), 181(2-1), 146(3-1), 151(2-1), 225(2-1), 177(3-1), 168(2-1), 230(2-1), 215(3-1), 172(2-1), 138(3-1), 227(3-1), 163(2-1), 138(3-1), 180(2-1), 156(2-1), 157(4-1), 172(2-1), 222(2-1), 220(2-1), 182(3-1), 188(2-1), 147(2-1), 125(3-1), 163(3-1), 130(3-1), 185(1-1), 168(1-1), 169(1-1), 143(2-1), 218(1-1), 136(1-1), 135(1-1) y 179(1-1).	Marín, N. L. FAUANL	Invierno 1996-97
9	86 Sel. Individuales F ₆ : , 185(1-1), 185(3-1), 164(1-1), 168(1-1), 139(2-1), 218(2-1), 138(2-1), 222(2-1), 138(3-1), 158(3-1), 130(2-1), 168(2-1), 161(2-1), 130(1-1), 227(3-1), 227(2-1), 161(1-2), 222(3-1), 161(3-1), 159(2-1), 172(1-1), 148(2-1), 169(1-1), 159(1-2), 220(2-1), 222(1-1), 231(1-1), 161(1-1), 160(2-1), 150(2-1), 218(1-1), 124(3-1), 136(1-1), 172(2-1), 196(2-1), 180(2-1), 218(1-2), 196(1-1), 163(1-1), 159(2-1), 220(1-1), 201(3-1), 147(2-1), 125(3-1), 157(4-1), 206(1-1), 230(3-1), 181(2-1), 185(1-2), 179(1-1), 147(1-1), 146(3-1), 145(2-1), 163(3-1), 137(2-1), 230(2-1), 141(2-1), 139(3-1), 230(1-1), 182(3-1), 130(3-1), 177(3-1), 215(3-1), 180(1-1), 210(1-1), 156(2-1), 211(1-1), 163(2-1), 149(3-1), 146(2-1), 195(1-1), 188(2-1), 213(1-1), 154(2-1), 151(2-1), 150(3-1), 129(2-1), 199(1-1), 143(2-1), 200(1-1), 197(2-1), 200(3-1), 191(2-1), 151(3-1), 191(3-1).	Gral. Terán, N. L. INIFAP	Invierno 1996-97
10	47 Sel. Individuales de Líneas avanzadas F ₇ y F ₅ : 15 Selecciones F ₇ : 136(1), 220(2), 156(2), 177(2), 197(1), 164(3), 125(3), 148(2), 158(3), 225(2), 218(2), 139(2), 135(1), 130(3) y 191(2). 32 Selecciones F ₅ : 130(1), 25(1), 121(1), 33(1), 122(1), 66(1), 195(1), 124(1), 177(1), 112(1), 54(1), 114(1), 31(1), 176(1), 76(1), 131(1), 62(1), 43(1), 38(1), 144(1), 132(1), 24(1), 138(1), 203(1), 55(1), 53(1), 118(1), 39(1), 23(1), 93(1), 202(1) y 63(1).	Cd. Cuauhtémoc, Chih. INIFAP	Verano 1997
11	47 Sel. Individuales de Líneas avanzadas F ₇ y F ₅ : 15 Selecciones F ₇ : 136(1), 220(2), 156(2), 177(2), 197(1), 164(3), 125(3), 148(2), 158(3), 225(2), 218(2), 139(2), 135(1), 220(1) y 139(3). 32 Selecciones F ₅ : 130(1), 25(1), 121(1), 33(1), 122(1), 66(1), 195(1), 124(1), 177(1), 112(1), 54(1), 114(1), 31(1), 176(1), 76(1), 131(1), 62(1), 43(1), 38(1), 144(1), 132(1), 24(1), 138(1), 203(1), 55(1), 53(1), 118(1), 39(1), 23(1), 93(1), 202(1) y 63(1).	Marín, N. L. FAUANL	Invierno 1997-98
12	47 Sel. Individuales de Líneas avanzadas F ₇ y F ₅ : 15 Selecciones F ₇ : 136(1), 220(2), 156(2), 177(2), 197(1), 164(3), 125(3), 148(2), 158(3), 225(2), 218(2), 139(2), 135(1), 130(3) y 191(2). 32 Selecciones F ₅ : 130(1), 25(1), 121(1), 33(1), 122(1), 66(1), 195(1), 124(1), 177(1), 112(1), 54(1), 114(1), 31(1), 176(1), 76(1), 131(1), 62(1), 43(1), 38(1), 144(1), 132(1), 24(1), 138(1), 203(1), 55(1), 53(1), 118(1), 39(1), 23(1), 93(1), 202(1) y 63(1).	Gral. Terán, N. L. INIFAP	Invierno 1997-98

Continuación

Cuadro 20. Continúa

Num. de Experimento	Genotipos Evaluados	Localidad	Ciclo Agrícola
13	47 Sel. Individuales de Líneas avanzadas F ₈ y F ₆ : 15 Selecciones F ₈ : 136(1), 220(2), 156(2), 177(2), 197(1), 164(3), 125(3), 148(2), 158(3), 225(2), 218(2), 139(2), 135(1), 130(3) y 191(2). 32 Selecciones F ₆ :130(1), 25(1), 121(1), 33(1), 122(1), 66(1), 195(1), 124(1), 177(1), 112(1), 54(1), 114(1), 31(1), 176(1), 76(1), 131(1), 62(1), 43(1), 38(1), 144(1), 132(1), 24(1), 138(1), 203(1), 55(1), 53(1), 118(1), 39(1), 23(1), 93(1), 202(1) y 63(1).	Gal. Terán, N. L. INIFAP	Invierno 1998-99
14	12 Líneas avanzadas: Seis F ₉ y Seis F ₇ : Las líneas F ₉ : 135(1), 225(2), 177(2) (TX), 164(3), 191(2) y 218(2). Las líneas F ₇ : 138(1), 55(1), 177(1)(MN), 93(1), 112(1) y 124(1).	La Ascensión, Aramberí, N.L. FAUANL	Verano 1999

experimentos de líneas segregantes de avena desarrolladas a partir de la Colección Quaker Oat Nursery clasificados por número de experimento y por localidad.

II.-Experimentos con líneas de la Colección de la Universidad de Minnesota, E. U. A.

Se realizaron 10 experimentos a partir de una Colección de líneas segregantes F₃ de avena denominada Universidad de Minnesota, E. U. A. aplicando el método genealógico.

En la Figura 4 se puede apreciar el método genealógico utilizado en la colección de la Universidad de Minnesota E. U. A. en diferentes localidades y años.

Los objetivos principales de estos experimentos fueron:

- 1). Identificación de fuentes de resistencia a la roya de la corona (*Puccinia coronata* Cda.)
- 2). Caracterización agronómica de los materiales introducidos.
- 3). Avanzar generacionalmente el material genético.
- 4). Detectar variables agronómicas de valor o interés comercial, para futuros trabajos de investigación.

Para alcanzar estos objetivos, se utilizaron los mismos criterios de evaluación que para la Colección de la Quaker Oat Nursery, se hicieron las diferentes mediciones para detectar la intensidad del daño ocasionado por roya en campo de acuerdo a lo propuesto por Stubbs *et al.*, (1986) y Roelfs *et al.*, (1992).

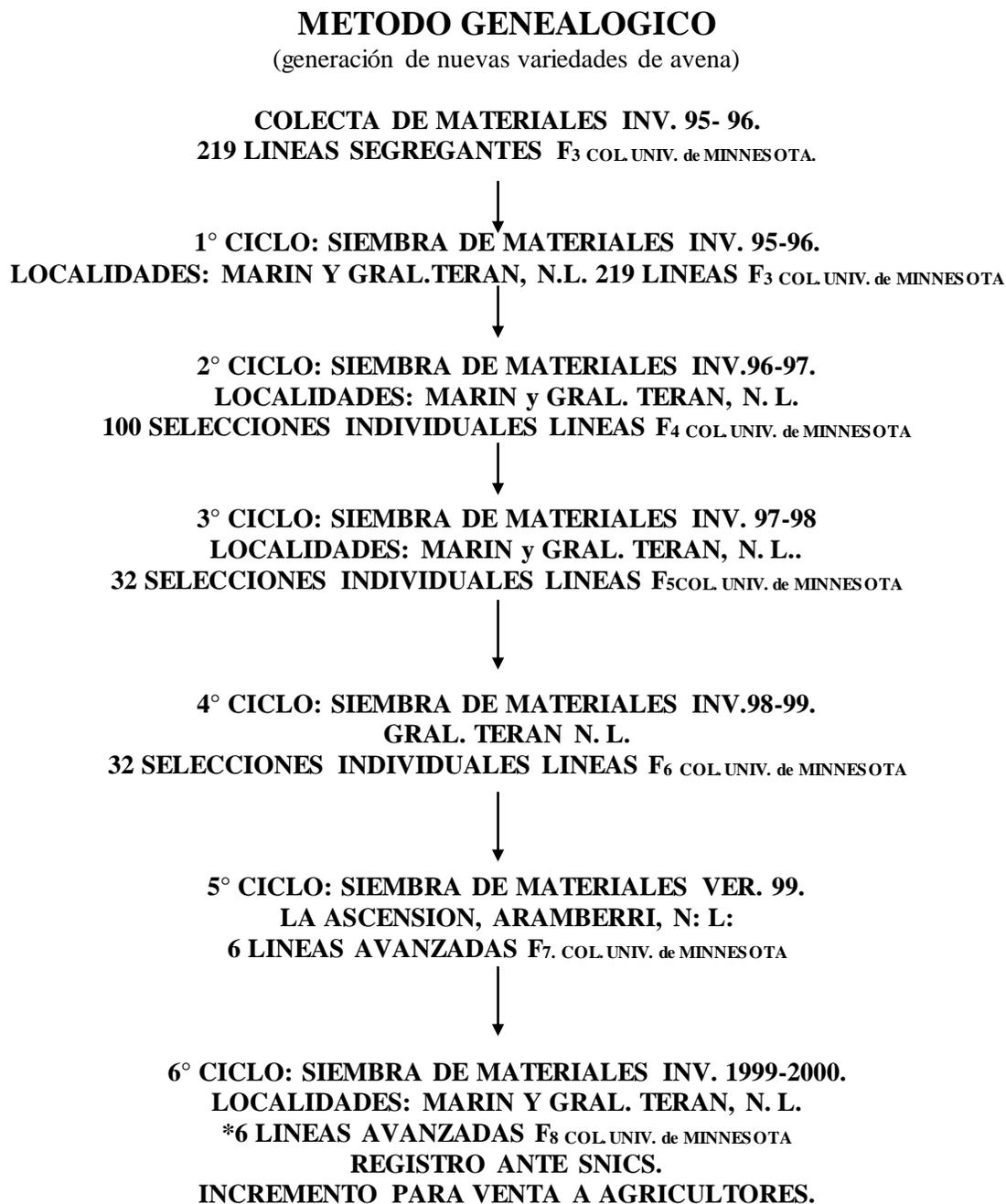


Figura 4 Método Genealógico aplicado en la colección de la Universidad de Minnesota EUA.

Se estimó también el rendimiento de forraje verde y seco ($t\ ha^{-1}$); para esto se cosecharon las plantas de un metro lineal, la humedad se eliminó colocando el material cosechado en una estufa de secado.

Para las evaluaciones del material se sembraron parcelas de dos hileras de 5 m y con una separación de 0.4 m entre ellas. La semilla se depositó a chorrillo cargado utilizando una densidad de siembra de $90\ Kg\ ha^{-1}$.

El análisis estadístico utilizado fue un diseño aumentado formando bloques de cinco líneas experimentales y dos testigos (Cuauhtémoc y Saia). En el Cuadro 21 aparecen las fechas de siembra y cosecha de los experimentos, así como los materiales genéticos utilizados, el ciclo y la localidad de siembra.

Cuadro 21. Características de los experimentos de avena establecidos con materiales genéticos de la Universidad de Minnesota, E. U. A.

Num. de Experimento	Genotipos Evaluados	Nº de Bloques	Localidad	Ciclo Agrícola	Fecha de siembra	Cosecha del Experimento
1	219 Líneas F ₃ (Cuadro 15, genotipos del 1 al 219)	11	Marín, N. L. FAUANL	Invierno 1995-96	25/ Enero /1996	15 / Junio / 1996
2	219 Líneas F ₃ (Cuadro 15, genotipos del 1 al 219)	12	Gral. Terán, N. L. INIFAP	Invierno 1995-96	26/ Enero /1996	20 / Junio/1996
3	219 Líneas F ₃ (Cuadro 15, genotipos del 1 al 219)	16	La Ascensión, Aramberri, N.L. FAUANL	Verano 1996	28 / Julio /1996	15 / Enero / 1997
4	88 líneas segregantes F ₄ de avena (Cuadro 15, tipos del 1 al 88 marcados con **)	27	Marín, N. L. FAUANL	Invierno 1996-97	06 / Ene. /1997	31 / Mayo / 1997
5	92 líneas segregantes F ₄ de avena (Cuadro 15 tipos del 1 al 92 marcados con +)	27	Gral. Terán, N. L. INIFAP	Invierno 1996-97	16 / Enero / 1997	30 / Mayo / 1997
6	47 Selecciones individuales de Líneas F ₇ (Q. O. N.) y F ₅ (U. MN.). (Cuadro 28A genotipos del 1 al 47)	3	Cd. Cuauhtémoc, Chih. INIFAP	Verano 1997	30 / Julio /1997	30 / Dic. / 1997
7	47 Selecciones individuales de Líneas F ₇ (Q. O. N.) y F ₅ (U. MN.). (Cuadro 29A, genotipos del 1 al 47)	5	Marín, N. L. FAUANL	Invierno 1997-98	19 / Nov. /1997	31 / Mayo / 1998
8	47 Selecciones individuales de Líneas F ₇ (Q. O. N.) y F ₅ (U. MN.). (Cuadro 30A genotipos del 1 al 47)	5	Gral. Terán, N. L. INIFAP	Invierno 1997-98	08 / Nov. / 1997	30 / Mayo / 1998
9	47 Selecciones individuales de Líneas F ₈ (Q. O. N.) y F ₆ (U. MN.). (Cuadro 31A genotipos del 1 al 47)	5	Gral. Terán, N. L. INIFAP	Invierno 1998-99	9 / Enero /1999	01 / Junio / 1999.
10	12 Líneas Avanzadas de Líneas F ₉ (Q. O. N.) y F ₇ (U. MN.). (Cuadro 32A genotipos del 1 al 12) más tres testigos regionales.	3	La Ascensión, Aramberri, N.L. FAUANL	Verano 1999.	02 / Junio / 1999	15 / Enero / 2000

3. 4. 1. 3. Experimentos para evaluación de genotipos de avena susceptibles a la roya de la hoja sometidos a irradiación.

Se realizaron tres experimentos a partir de tres genotipos de avena sometidos a cuatro intensidades de irradiación.

Los objetivos principales de estos experimentos fueron:

- 1). Evaluar el comportamiento de los materiales genéticos irradiados en su reacción a la roya de la hoja y rendimiento de forraje seco.
- 2). Estudiar la generación M_2 en su reacción a la roya de la hoja y su rendimiento de forraje seco.
- 3). Evaluar la generación M_3 para cuantificar la variación debida a la mutación inducida por la diferentes intensidades de irradiación (con rayos gamma).

Los genotipos considerados para estos experimentos fueron: Cuauhtémoc, Coronado y la línea 140 derivada de la Colección Quaker Oat Nursery, los tres genotipos son considerados como susceptibles a la roya de la corona.

Las semillas de estos materiales se irradiaron a cuatro intensidades de rayos gamma: 0, 10, 20, y 30 Krad formándose un total de 12 tratamientos. Los tres experimentos se establecieron bajo un arreglo factorial en un diseño de tratamientos en bloques completos al azar, utilizando como factor A los genotipos y como factor B las cuatro intensidades de irradiación. La parcela experimental se integró por cuatro surcos de 5 m de largo, sembrados a

0.40 m entre surcos y depositando la semilla a chorrillo cargado a una densidad de siembra de 90 Kg ha⁻¹.

La variable de rendimiento de forraje seco se midió cosechando y pesando el forraje colectado en un metro líneal de surco de la parcela útil; la humedad se eliminó mediante la colocación de las muestras en una estufa de secado. También se evaluó la reacción de resistencia al ataque de roya de la hoja (*Puccinia coronata* Cda.).

En el experimento 1 se utilizó la generación M₁; el experimento 2 se desarrolló probando en campo la generación M₂ y el experimento 3 utilizó la generación M₃. En el Cuadro 22 aparecen las características de los experimentos de avena establecidos con tres genotipos de avena sometidos a cuatro intensidades de irradiación.

Cuadro 22. Características de los experimentos de avena establecidos con tres genotipos de avena sometidos a cuatro intensidades de irradiación.

Numero de Experimento	Fecha de siembra	Generación	Localidad	Ciclo Agrícola	Objetivos por cubrir	Cosecha del Experimento
1	04/ Enero /1996	M ₁	Marín, N. L. FAUANL	Invierno 1995-96	1	15 / Junio / 1996
2	28/ Julio /1996	M ₂	La Ascensión, Aramberrí, N.L. FAUANL	Verano 1996	1 y 2	20 / Enero/1997
3	06 / Enero /1997	M ₃	Marín, N. L. FAUANL	Invierno 1996-97.	1 y 3	15 / Junio / 1997

3. 4. 2. Experimentos establecidos cumplir con el objetivo específico 2.

Para cumplir con este objetivo se establecieron siete experimentos (cinco en invernadero y dos en campo), en diferentes años, localidades y ambientes. También se realizaron muestreos de tejido enfermo en campo (hojas afectadas por roya de la hoja de diferentes genotipos) durante los años 1995, 1996, y 1997, los cuales fueron colectados en 14 localidades de Nuevo León. Las muestras se enviaron al Laboratorio de Fitopatología de la Universidad de Minnesota para realizar la identificación de las razas de roya de la hoja (*Puccinia coronata* Cda.) que se presentaron durante esos años.

Los objetivos principales de estos experimentos fueron:

- 1). Cuantificar la reacción a la roya de la hoja de variedades diferenciales de avena bajo condiciones de ambiente controlado.
- 2). Obtener la relación virulencia / avirulencia entre las variedades diferenciales.
- 3). Identificar la razas fisiológicas de roya de la corona en base a los muestreos de campo.

Los materiales genéticos evaluados se establecieron en macetas de plástico con capacidad de 20 L las cuales fueron preparadas con un sustrato con 1/3 de arena, 1/3 de estiércol fermentado y 1/3 de suelo de la región (arcilloso), para favorecer el crecimiento de las plantas establecidas. Se colocaron tres semillas por maceta y se establecieron dos repeticiones bajo un diseño experimental completamente al azar. Sólo en los experimentos 5 y 7, los materiales (var. Diferenciales) se establecieron en campo en un metro lineal de surco, colocando cinco semillas por surco y por genotipo, dejando que se presentase el efecto ambiental directo (esporas de roya de la hoja) para identificar la reacción a la roya de la hoja.

En el Cuadro 23 aparecen las características de los experimentos de avena establecidos con las variedades diferenciales bajo condiciones de ambiente controlado y bajo condiciones de ambiente no controlado (campo).

Cuadro 23. Características de los experimentos de avena establecidos con variedades diferenciales de avena y con líneas segregantes F₄ (Col. Quaker Oat Nursery) bajo condiciones de ambiente controlado.

Num. de Experimento	Genotipos Evaluados	Localidad	Ciclo Agrícola	Objetivos por cubrir*	Fecha de siembra	Cosecha del Experimento
1	19 var. diferenciales (aparecen en la página 117, Mat. Y Met.)	Marín, N. L. FAUANL	Invierno 1994-95	1, y 2	23/ Dic. /1994	15 / Mayo / 1995
2	19 var. diferenciales (aparecen en la página 117, Mat. Y Met.)	Marín, N. L. FAUANL	Invierno 1995-96	1, y 2	18/ Dic. /1995	20 / Junio/1996
3	5.Líneas Sel. F ₄ (Líneas evaluadas: 183, 157, 158, 220, y 206). Col. Q. O. N.	Marín, N. L. FAUANL	Invierno 1995-96	1, y 2	9 / Febrero /1996	15 / Junio / 1996
4	20 var. diferenciales (aparecen en la página 117, Mat. Y Met)	Marín, N. L. FAUANL	Invierno 1996-97	1 y 2,	27 / Ene. /1997	15 / Junio / 1997
5	20 var. diferenciales (aparecen en la página 117, Mat. Y Met)	Gral. Terán, N. L. INIFAP	Invierno 1996-97	1, y 2	28 / Enero / 1997	15 / Junio / 1997
6	20 var. diferenciales (aparecen en la página 117, Mat. Y Met)	Marín, N. L. FAUANL	Invierno 1997-98	1, y 2	28 / Enero /1998	15 / Junio / 1998
7	20 var. diferenciales (aparecen en la página 117, Mat. Y Met)	Gral. Terán, N. L. INIFAP	Invierno 1997-98	1, y 2	26 / Nov. /1997	31 / Mayo / 1998

* Objetivos de la página 145

3. 4. 3. Experimentos establecidos y actividades para cumplir con el objetivo específico 3

Para cumplir con este objetivo se establecieron seis experimentos los cuales se desarrollaron en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal de la FAUANL

Los objetivos principales de estos experimentos fueron:

- 1). Evaluar la acción de diversos medios de cultivo sobre diferentes tipos de explante de avena (semillas, discos de hojas, embriones, etc.) en la formación de callo *in vitro*.
- 2). Estudiar la reacción de diferentes tipos de explante de avena, y ver si puede existir una respuesta condicionada por el genotipo en la formación de callo *in vitro*.
- 3). Evaluar el efecto de la luz y la temperatura en la formación de callo *in vitro*.
- 4) Cuantificar la respuesta en la contaminación por microorganismos *in vitro*.

Los materiales genéticos utilizados se establecieron bajo condiciones *in vitro* (frascos Gerber de 125 ml. y/ o platos Petri con un diámetro de 15 cm.). A una temperatura de 26° C en forma constante y un total de 16 hr luz y 8 hr oscuridad. Algunos experimentos iniciaron con tres semanas a la oscuridad y el resto en el ambiente mencionado. El pH del medio de cultivo utilizado fue de 5.7. Las variables medidas en los experimentos fueron: % de Contaminación, % de Supervivencia, % de formación de callo y % de Oxidación.

Se cuantificaron las variables observando los explantes afectados o normales en cada frasco; para el porcentaje de contaminación, con tener un frasco contaminando se consideraba un 20% de contaminación (si eran cinco frascos); para la variable porcentaje de supervivencia se observó que los explantes de cada frasco estuviera con vida; para el % de formación de

callo, con tan solo un frasco que tuviera callo formado, se consideraba un 20% de formación de callo (al ser cinco frascos).

Se realizaron los análisis estadísticos utilizando un modelo completamente al azar con tres a seis repeticiones (al 0.05 de probabilidad). Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey (ver Cuadro 24). La unidad experimental estuvo constituida de 5 frascos y en cada frasco se colocaron dos explantes.

En el Cuadro 24 se pueden observar las características de los seis experimentos de genotipos de avena establecidos para la obtención de callo *in vitro* bajo condiciones de ambiente controlado.

Cuadro 24. Características de los experimentos de avena establecidos con diversos tipos de explante (discos de hoja, embriones, etc.), en trabajos de cultivo *in vitro* de tejidos vegetales, para la producción de callo.

Numero de Experimento	Genotipos Evaluados / Explante	N° de Repeticion	N° de Medios de Cultivo	Hormonas Vegetales utilizadas/ concentración	Localidad	Período del experimento	Objetivos por cubrir*	Constituyentes generales de todos los medios utilizados de cada experimento.
1	Dos Variedades: Cuauhtémoc y Coronado. / Semillas	5	6	2,4-D (0.1, 0.2, y 0.4 mg.l ⁻¹) ANA (0.1, 0.2 mg.l ⁻¹)	Marín, N. L. FAUANL Lab. Biotec.	Marzo a Julio 1995	1, 2, 3 y 4.	Medio de Cultivo M.S. , Tiamina (4 mg L ⁻¹), Myoinositol (100 mg L ⁻¹), Sacarosa (20 g L ⁻¹), Agar (7 g L ⁻¹), y BAP (1 mg L ⁻¹).
2	Dos Variedades: Cuauhtémoc y Coronado. / Semilla y hojas	4	1**	Sin hormonas vegetales	Marín, N. L. FAUANL Lab. Biotec	Julio a Dic. 1995	4	Medio de Cultivo M.S. , Tiamina (4 mg L ⁻¹), Myoinositol (100 mg L ⁻¹), Sacarosa (20 g L ⁻¹), Agar (7 g L ⁻¹).
3	Dos Variedades: Cuauhtémoc y Coronado. / Discos de hoja	3	3	2,4-D (0.1, 0.2, y 0.4 mg.l ⁻¹)	Marín, N. L. FAUANL Lab. Biotec	Mayo-Julio de 1995	1, 2, 3, y 4.	Medio de Cultivo M.S. , Tiamina (4 mg L ⁻¹), Myoinositol (100 mg L ⁻¹), Sacarosa (20 g L ⁻¹), Agar (7 g L ⁻¹), y BAP (1 mg L ⁻¹).
4	Dos Variedades: Cuauhtémoc y Coronado. / Ovarios, Anteras, Endospermo y Embrión	5	3	2,4-D (1.5, 3.0 y 6.0 mg.l ⁻¹)	Marín, N. L. FAUANL Lab. Biotec.	Noviembre 1995- Marzo 1996	1, 2, 3, y 4.	Medio de Cultivo M.S. , Tiamina (8 mg L ⁻¹), Myoinositol (100 mg L ⁻¹), Sacarosa (20 g L ⁻¹), Agar Gel(5 g L ⁻¹), BAP (0.5 mg L ⁻¹) y Caseína Hidrolizada (400 . mg L ⁻¹).
5	Dos Variedades: Cuauhtémoc y Coronado. / Embriones Maduros	5	6	2,4-D (1.5, 3.0 y 6.0 mg.l ⁻¹) KINETINA 0 y 1.0 mg.l ⁻¹)	Marín, N. L. FAUANL Lab. Biotec	Julio Septiembre de 1996	1, 2, 3 y 4.	Medio de Cultivo M.S. , Tiamina (8 mg L ⁻¹), Myoinositol (100 mg L ⁻¹), Sacarosa (20 g L ⁻¹), Agar Gel (5 g L ⁻¹), BAP (0.5 mg L ⁻¹) y Caseína Hidrolizada (400 . mg L ⁻¹).
6	Tres Variedades: Cuauhtémoc, Coronado y Guelatao. / Embriones Maduros	3	7***	2,4-D (0, y 2.0mg l ⁻¹), PICLORAM 0.5 Y 1.0 mg l ⁻¹) y TIDIAZURON (0, 0.5 y 1.0 mg l ⁻¹)	Marín, N. L. FAUANL Lab. Biotec	Abril a Diciembre de 1997	1, 2, 3 y 4.	Medio de Cultivo M.S. , Tiamina (0.4 mg L ⁻¹), Myoinositol (100 mg L ⁻¹), Sacarosa (20 g L ⁻¹), Agar Gel (5 g L ⁻¹).

* Objetivos de la página 147. **En este experimento lo que se probó fueron diversas conc. de hipoclorito de sodio (0.6, 0.9 y 1.2%) en acción sobre contaminantes de los explantes y varios tiempos de inmersión (10, 15 y 20 minutos).

3. 4. 4. Experimentos establecidos y actividades para cumplir con el objetivo específico 4

Para cumplir con este objetivo se establecieron dos experimentos, los cuales se desarrollaron en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal de la FAUANL.

Los objetivos principales de estos experimentos fueron:

- 1). Evaluar la acción de diversos medios de cultivo y del genotipo, para una mejor y más rápida regeneración de planta;
- 2). Probar tipos de ambiente, sobre todo modificando la temperatura y la luz, para evaluar una posible respuesta condicionada por el ambiente en la regeneración de planta in vitro.
- 3) Evaluar la contaminación por microorganismos, mediante tratamientos preventivos en el tratamiento de la cristalería contenedora de callo embriogénico.

Los materiales genéticos evaluados se establecieron en recipientes in vitro (frascos Gerber de 125ml y/ o platos Petri con un diámetro de 15 cm) para probar cuatro medios de cultivo. Los explantes para regeneración en ambos experimentos se colocaron a la luz durante tres a nueve semanas con 16 hr luz, con una intensidad lumínica de 2000 lux, y a una temperatura de $26^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ} \text{C}$ en forma constante. El pH del medio de cultivo utilizado fue de 5.7.

En el primer experimento se utilizaron explantes (embriones maduros) de tres variedades comerciales susceptibles a la roya de la hoja (Cuauhtémoc, Coronado y Guelatao). En el experimento dos se utilizaron además embriones maduros de tres líneas segregantes de avena de la colección Quaker Oat Nursery [L-225(2), L-135 (1) y L-164(3)] con resistencia a

la roya de la hoja. En los dos experimentos se utilizó callo generado a partir de embriones maduros. Cada tratamiento estuvo integrado de tres repeticiones y cada unidad experimental estuvo constituida de cinco frascos. En cada frasco se colocó una masa callosa de aproximadamente 1 cm³ de callo como explante, procedente de la fase de inducción después de alrededor de 9 a 13 semanas a la obscuridad y a una temperatura de 26° C ± 2° C. El medio de cultivo de regeneración para ambos experimentos utilizó los mismos constituyentes generales, siendo estos: el medio de cultivo universal de MS (Murashige y Skoog, 1962), más la adición de tiamina (0.4 mg L⁻¹), mioinositol (100 mg L⁻¹), sacarosa (20 g L⁻¹), piridoxina (2.0 mg L⁻¹), Kinetina (2.0 mg L⁻¹), ANA (ácido naftalenoacético) (1.0 mg L⁻¹), agar gel (5 g L⁻¹), FeEDTA ácido etilendiaminotetracético férrico(5 mg L⁻¹). Sin embargo, los medios de cultivo se constituyeron utilizando el BAP en tres concentraciones: 0.5, 1.0, y 2.0 mg L⁻¹. Con estas tres concentraciones se prepararon tres medios de cultivo y además se preparó un cuarto medio eliminando el BAP y el resto de hormonas constituidas en el medio de cultivo general (ANA y Kinetina). Con estos cuatro medios de cultivo y al tener tres genotipos se constituyeron 12 tratamientos (4x3).

En el Cuadro 25 se pueden observar las características de los dos experimentos; en este se mencionan los genotipos comerciales y mejorados de avena establecidos para la regeneración de planta *in vitro* utilizando como explante callo generado *in vitro*.

Cuadro 25. Características de los experimentos de avena establecidos con diversos tipos de explante (discos de hoja, embriones, etc.), en trabajos de cultivo in vitro de tejidos vegetales, para la regeneración de plantas.

Numero de Experimento	Genotipos Evaluados / Explante	Hormonas Vegetales utilizadas/ concentración	Localidad	Período del experimento	Objetivos por cubrir*	Constituyentes generales de medio de inducción para la producción de callo embriogénico.
1	Tres Variedades: Cuahtémoc, Coronado y Guelatao. / Callo Embriogénico	BAP (0.5, 1.0, 2.0 mg l ⁻¹) ANA (1.0 mg.l ⁻¹) Kinetina (2.0 Mg L ⁻¹)	Marín, N. L. FAUANL Lab. Biotec.	Diciembre 1997- Junio 1998	1, 2, y 3	Medio de Cultivo M.S. , Tiamina (0.4 mg L ⁻¹), Myoinositol (100 mg L ⁻¹), Sacarosa (20 g L ⁻¹), Agar Gel(5 g L ⁻¹), y 2,4-D (2.0 mg L ⁻¹).
2	Tres Líneas Segregantes (L-225(2), L-135(1)y L-164(3)); / Callo Embriogénico	BAP (0.5, 1.0, 2.0 mg l ⁻¹) ANA (1.0 mg.l ⁻¹) Kinetina (2.0 Mg L ⁻¹)	Marín, N. L. FAUANL Lab. Biotec	Diciembre 1997- Agosto 1998	1, 2, y 3	Medio de Cultivo M.S. , Tiamina (0.4 mg L ⁻¹), Myoinositol (100 mg L ⁻¹), Sacarosa (20 g L ⁻¹), Agar Gel(5 g L ⁻¹), y 2,4-D (2.0 mg L ⁻¹).

* Objetivos de la página 150

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. 1. Experimentos establecidos para cumplir con el objetivo específico 1.

4. 1. 1. Experimentos para evaluación de variedades comerciales de avena:

Para cumplir con el objetivo mencionado se realizaron un total de 18 experimentos de campo; las comparaciones de medias aparecen en los Cuadros del Apéndice 1A al 18A. Las comparaciones de medias se realizaron para la variable rendimiento de forraje seco.

En el Cuadro 26 se aprecian los resultados del ANVA para la variable rendimiento de forraje seco de los experimentos de esta sección, encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre variedades en 14 de los 18 experimentos.

En 10 de 18 experimentos, la variedad Cuauhtémoc obtuvo un alto rendimiento forrajero, pero fue muy susceptible a la roya de la hoja (*Puccinia coronata* Cda.) ya que en 10 experimentos de variedades obtuvo una reacción de 60S o de mayor grado de susceptibilidad.

Aunque Cuauhtémoc es la variedad tradicional (testigo) se pudo encontrar a la variedad Coker que además de poseer buen rendimiento forrajero (más de 7.5 ton ha⁻¹) posee menos susceptibilidad al ataque de la roya de la corona. Poehlman (1987a) estableció que el mejoramiento genético por introducción de materiales genéticos de Avena (*Avena sativa* L.) puede ser exitoso, tal es el caso de la variedad Kherson que fue importada de Rusia en 1896 y cuyas selecciones realizadas dentro de esta variedad marcaron el comienzo de las variedades comunes precoces de primavera de los Estados Unidos.

Cuadro 26. Resultados de Análisis de Varianza de los experimentos de variedades comerciales de avena para la variable Rendimiento de Forraje Seco.

N° de Experimento	Cuadrado Medio		Significancia Estadística	Coeficiente de Variación %
	Tratamientos	Error		
1	9.587	2.995	*	20.05
2	8.67	5.625	N.S.	31.48
3	8.50	1.79	*	21.36
4	4.45	1.66	*	20.19
5	1.25	2.10	N.S.	23.73
6	6.525	2.605	*	21.60
7	1.259	2.1614	N.S.	30.57
8	3.218	1.104	**	23.33
9	3.27	1.57	*	18.57
10	1.17	0.40	**	35.01
11	0.36	0.31	N.S.	29.00
12	0.081	0.145	N.S.	17.15
13	10.22	2.24	**	24.62
14	1.40	0.32	**	13.08
15	8.97	0.97	**	24.27
16	1.62	0.64	**	19.25
17	3.84	1.81	**	17.91
18	7.04	0.66	**	8.10

* Significancia estadística (al 5% de probabilidad)

** Alta significancia estadística (al 1% de probabilidad)

También muchas introducciones han tenido importancia como fuentes de resistencia a enfermedades. Las variedades White Tartar, Green Russian, que son selecciones de Kherson, y la Hajira son resistentes a la roya del tallo. Las Victoria, Bond, Landhafer, Santa Fe y Saia son resistentes a la roya de la corona (Hoja), Poehlman (1987b).

En el experimento de genotipos elite (Cuadro 8A) se identificaron 16 genotipos elite con igualdad estadística en rendimiento de forraje seco, sin embargo solo 10 genotipos presentaron reacción de resistencia a la roya de la hoja.

En la mayor parte de los experimentos la variedad Saia demostró ser Inmune al daño ocasionado por *Puccinia coronata* Cda., y en varios experimentos mostró un alto potencial de rendimiento de forraje seco.

El resultado anterior comprueba las grandes ventajas de iniciar un programa de mejora genética por introducción (Poehlman, 1987a) ya que en la actualidad, la variedad Saia (*Avena strigosa*) es una alternativa de resistencia genética en zonas de nuestro país, con necesidad de resolver el problema en la reducción del rendimiento por ataque de roya de la hoja (*Puccinia coronata* Cda.).

En el Cuadro 13A aparecen los valores numéricos de seis variables estudiadas (Altura de Planta, Numero de Macollos, Numero de Hojas, Rendimiento de Forraje Seco, Longitud de Inflorescencia y Reacción a la Roya); además se presenta la comparación de medias de la variable rendimiento de Forraje Seco, donde las líneas 177 (2)FAUANL y 164 (3) FAUANL obtuvieron los mayores rendimientos (8.3 ton ha⁻¹) y una reacción a la roya de la corona de 20R-MR. En la Fotografía 1 se aprecia la línea 177(2) FAUANL como de gran adaptación a la condiciones del Noreste de México, en base a su comportamiento en Rendimiento de Forraje.



Fotografía 1. Expresión de la línea 177 en Marín, N.L. Invierno 1996-1997

En la Fotografía 2 se contrasta el comportamiento de una de la variedades comerciales más utilizadas en la región Noreste de México (Cuauhtémoc) con una variedad experimental. En esta se puede observar el daño causado por un ataque severo de roya de la corona.



Fotografía 2. Comportamiento de la variedad Cuauhtémoc. Marín Invierno 1996-1997

En el Cuadro 15A se presenta la comparación de medias y los valores promedio de las variables que fueron medidas en el experimento 15. En este Cuadro se observa que las líneas experimentales L-135, L-164, L-177 y L-225 resultaron con los valores numéricos de forraje seco mas altos e iguales a la variedades Coker, Tamo, Saia, Coronado y Diamante, con valores que fluctuaron entre los 4.24 ton ha⁻¹ hasta 6.96 ton ha⁻¹. Los resultados de este experimento y el de Marín, N. L. (Experimento 13, Cuadro 13A) muestran la consistencia de las variedades experimentales en relación a los rendimientos mostrando una buena adaptabilidad a la región. Esto demuestra la superioridad de los materiales experimentales para ser utilizadas a futuro como variedades comerciales en la región Noreste de México.

La variedad Cuauhtémoc utilizada como testigo, al igual que en el experimento de Marín, presentó uno de los valores de rendimiento de forraje seco mas bajo con un valor de 2.93 ton ha⁻¹

Las líneas experimentales, además de su capacidad forrajera, también manifestaron una reacción de resistencia (R) a medianamente resistente (MR) a la roya de la corona, lo que justifica su liberación como variedades comerciales en un futuro inmediato.

Con respecto al pobre comportamiento de la línea experimental L-170 (1), este se debió principalmente a una alta incidencia a la roya de la corona, por lo que se procedió a descartarla en experimentos sucesivos. Este material se podrá considerar a futuro como fuente de alto rendimiento en ausencia de la roya de la corona.

Las diferencias entre Marín y Gral. Terán (Experimentos 13 y 15) en relación a la presencia de la roya de la corona, se observó una superioridad en producción de forraje seco a favor de Marín, N. L. en la mayoría de los materiales evaluados, debido a una menor incidencia de la roya de la corona en este ambiente. Probablemente esta diferencia se deba a las condiciones ambientales, las cuales por lo general en Gral. Terán presenta una mayor Precipitación (por lo tanto humedad relativa), ese período (Inv. 96-97) fue de 420.2 mm. favoreciendo de esta manera una mayor infección e incubación y por lo tanto la presencia del patógeno

En la Fotografía 3, se aprecia el comportamiento de la línea L-135, la cual resultó con los valores más altos de rendimiento de forraje seco y mejor comportamiento por su resistencia a la roya de la corona en Gral. Terán, N. L. En esta misma fotografía, se aprecia al lado izquierdo el comportamiento de la variedad Cuauhtémoc, que fue utilizada como testigo experimental. Se aprecian claramente las diferencias en su respuesta sobre todo en presencia de la roya de la corona.



Fotografía 3. Comportamiento de la línea L-135 en Gral. Terán, N. L. Invierno 1996-1997.

En el Cuadro 16A del experimento 16 desarrollado en Gral. Terán, N. L. se siguió observando la menor incidencia de la roya de la corona en la variedad Saia; asimismo, se observó una menor incidencia del virus del amarillamiento y achaparramiento de la cebada (BYDV), por lo que se demuestra su uso potencial en la región como una variedad prometedora.

Los resultados del ANVA del experimento 17 demostraron diferencias significativas para la variable Rendimiento de Forraje Seco (Cuadro 26). La comparación de medias del Cuadro 17A, donde aparece también el porcentaje de daño por roya y su reacción, se puede observar que las líneas avanzadas L 135(1) (F₇) y L 138(1) (F₅), obtuvieron los más altos rendimientos de forraje seco con 9.5 y 9.29 ton. ha⁻¹, respectivamente. La variedad Juchitepec obtuvo los rendimientos más bajos en este experimento con 4.78 ton. ha⁻¹.

Para la reacción a la roya de la corona, la variedad Saia y las líneas avanzadas: L 135(1) (F₇), L 164(3) (F₇) y L 138(1) (F₅), se comportaron como resistentes con una reacción 10R (10% del follaje afectado y una reacción de resistente), lo que resulta de gran valor para considerar estos materiales como fuentes reemplazantes de variedades comerciales antiguas y susceptibles al patógeno.

En la Fotografía 4 se aprecia la línea avanzada L-164 (3) la cual resulto ser una de las mas sobresalientes en rendimiento de forraje seco y reacción a la roya de la corona.

En la Fotografía 5 se aprecia el comportamiento de la variedad Cuauhtémoc (testigo comercial), el cual contrasta con la línea experimental L-164, sobre todo en la reacción a la roya y la capacidad de rendimiento de forraje seco. Esta variedad comercial, tiene mas de 30 años en el mercado regional y resalta su susceptibilidad a la roya de la corona, por lo que se

esta sugiriendo un sustitución por materiales nuevos y mejor adaptados como los que en este proyecto se están tratando de liberar.

El análisis de varianza del experimento 18 para la variable rendimiento de forraje seco (Cuadro 26), se encontró diferencia significativa al 5% de probabilidad. La comparación de medias de esta variable se presentan en el Cuadro 18A, donde también aparece el porcentaje de daño por roya y su reacción. Se puede observar que las líneas avanzadas L 164(3) (F₇) y L 138(1) (F₅) obtuvieron altos rendimientos de forraje seco (12.0 y 12.06 t. ha⁻¹, respectivamente). Estos materiales resultaron ser prometedores en productividad, comparados con el testigo, por lo que serán considerados como posibles variedades nuevas en sustitución de las variedades comerciales existentes en el mercado.



Fotografía 4. Comportamiento de la línea L-164 (3). Experimento de variedades comerciales y líneas avanzadas de avena. Marín, N.L. Invierno 1997-1998.



Fotografía 5. Comportamiento de la variedad Cuauhtémoc. Marín, N.L. Invierno 1997-1998.

La variedad Saia y las líneas avanzadas: L 135(1) (F₇), L 164(3) (F₇) y L 138(1) (F₅), se comportaron como resistentes al ataque de la roya de la corona con una reacción 10R (10% del follaje afectado y una reacción de resistente). La línea avanzada L-225(2) (F₇) tuvo una reacción 20R-MR.

Los resultados del experimento 18 coinciden en referir las mismas líneas sobresalientes de los experimentos 13, 15 y 17. Las líneas avanzadas que se mostraron resistentes a la roya de la corona serán consideradas para registrarse como variedades comerciales ante el SNICS.

Las líneas que se observan como sobresalientes por su alto potencial de rendimiento y su resistencia a la roya de la hoja, son producto del método genealógico (Pedigree) que es el más laborioso pero el más efectivo considerado así por algunos autores como Brown y Patterson (1992). Resultados sobresalientes aplicando este método de mejoramiento genético

tradicional es el reportado por Castro y Jiménez (1981) en el proceso de obtención de la variedad Tulancingo para la zona de los Valles Altos que comprende los Estados de México, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y la Región agrícola del D. F. donde este material genético, funciona sobretodo como un alto productor de grano y con resistencia a la roya del tallo en avena (*Puccinia graminis avenae*).

En el Cuadro 27 se pueden apreciar las variedades comerciales mas sobresalientes de cada uno de los experimentos de variedades por su rendimiento de forraje seco y por su reacción de resistencia a la roya de la hoja.

Es sobresaliente el comportamiento que tuvo la variedad **Saia** en todas las localidades de prueba de variedades a través de los años, identificada como una alternativa importante como fuente de resistencia genética señalada entre otros por Simmons (1970). Las líneas avanzadas: L 135(1) (F₇), L 164(3) (F₇), y L 138(1) (F₅) se comportaron como resistentes al ataque de la roya de la corona y con alto potencial de rendimiento forrajero.

En el Cuadro 28 se establecen comparativamente los genotipos que fueron sobresalientes en rendimiento de forraje seco y resistencia a la roya en las pruebas con variedades comerciales.

Cuadro 27. Variedades comerciales y líneas segregantes de avena seleccionadas más rendidoras, y con resistencia a la roya de la corona por localidad .

N° de Experimento	Variedades más rendidoras (Forraje Seco Ton ha ⁻¹)	Variedades con reacción de resistencia o inmunidad	Localidad
1	Saia (11.48), Cuauhtémoc (9.45), Juchitepec (9.58) y Chihuahua (9.18); todas estas variedades con igualdad estadística.	Sin roya por fungicida	Marín, N.L. Inv.94-95
2	Tarahumara(9.95), con igualdad estadística al resto de variedades estudiadas.	Saia(5R-Inmune), Babicora (20MR), Papigochi (20MR) y Guelatao (30 MR).	Marín, N.L. Inv.94-95
3	Saia (8.62), Cuauhtémoc (8.60), Coronado (8.20), y Babicora(7.57), todas estas variedades con igualdad estadística.	Saia(5R-Inmune), Babicora (20MR) y Guelatao (30MR).	Gral. Terán Inv.94-95
4	Cuauhtémoc(8.35), Babicora (7.56), Cusihiuriachi (7.54), Guelatao (7.03), todas estas variedades con igualdad estadística.	Saia (5R-Inmune), Babicora (20MR) y Guelatao (20MR).	La Ascensión, Aramberrí, N. L. Verano 1995
5	Coker (7.57), con igualdad estadística al resto de variedades estudiadas.	Saia (Inmune), Coker (10R), Tamo (10R), Babicora (10MR), Papigochi (10MR), Guelatao (40MR),	Marín, N.L. Inv.95-96
6	Coronado(9.77), con igualdad estadística al resto de variedades estudiadas, a excepción de la variedad Diamante (5.03).	Sin roya por Fungicida	Marín, N.L. Inv.95-96
7	P88122E1(6.18), con igualdad estadística al resto de variedades estudiadas e incluso los testigos.	Saia(Inmune), además se encontraron 27 variedades con resistencia a la roya.	Marín, N.L. Inv.95-96
8	ND862415/Brown(7.58), con igualdad estadística a 15 de las variedades evaluadas.	Troy/PA.8393-17361(10R), IL. 83-8037 // STARTER / 17 (10R), MN88231 / PUR869D1 // MN86226 (10R), etc.	Marín, N.L. Inv.95-96

Continua Cuadro 27

Continúa Cuadro 27

9	Coker (8.55), con igualdad estadística a todas las variedades estudiadas, a excepción de la variedad Juchitepec (5.18).	Saia (Inmune), Coker (10MR), Tamo (5R).	Gral. Terán Inv.95-96
10	Paramo (2.63), con igualdad estadística a 16 de las variedades estudiadas, condiciones de Temporal	Saia y Coker (Inmunes), Cuauhtémoc (10R), Juchitepec (10 MR), Coronado (20MR), Diamante (20 MR), Tamo (10R), L-135 (10R), L-164 (10R) y L-225 (10R).	La Ascensión, Aramberrí, N. L. Verano 1996
11	WI.4877-2// WI. 1961-1//NO/ 3/ PUR. 72288 (2.65), con igualdad estadística al resto de variedades estudiadas e incluso los testigos.	Saia (10R), además se encontraron 32 variedades con resistencia a la roya.	La Ascensión, Aramberrí, N. L. Verano 1996
12	IL. 83-8037 // STARTER/17 (2.52), con igualdad estadística al resto de variedades estudiadas.	MN86228/R.S. OP 271 (10 R), además se encontraron 10 genotipos con resistencia a la roya.	La Ascensión, Aramberrí, N. L. Verano 1996
13	L-164(3) (8.3) y L-177(2) (8.3)	Saia (20R), Tamo (20R-MR), L-164(3) (20 R- MR), L-135(1) (40R), L-177(2) (20R-MR) y L-225(2) (20R-MR)	Marín,N.L. Inv.96-97
14	Coronado (6.61), con igualdad estadística a 17 genotipos estudiados	Saia(10R) O. AMAG. (10R) MN84231/Starter (10R), además se encontraron 20 genotipos con resistencia a la roya	Marín,N.L. Inv.96-97
15	L-135(1) (6.96), con igualdad estadística a 8 genotipos estudiados.	Saia (10R), Tamo (40 R- MR), Coker (40R-MR), L-135(1) (40R-MR), L-164 (3) (40R-MR), L-177(2) (40R-MR) y L-225(2) (40R-MR).	Gral. Terán Inv.96-97
16	MN84231 / Starter (6.5), con igualdad estadística a 36 genotipos estudiados	Saia (5R), además se encontraron 18 genotipos con resistencia a la roya.	Gral. Terán Inv.96-97
17	L-135(1) (9.5), con igualdad estadística a 20 de los genotipos estudiados	Saia (10R- Inmune), Tamo (40R-MR), Coker (40R-MR), L-135(1) (10R), L-164(3) (10 R) y L-138(1) (10R)	Marín,N.L. Inv.97-98
18	L-138(1) (12.06), con igualdad estadística a 13 genotipos estudiados.	Saia(10R), L-135(1) (10R), L-164 (1) (10 R), L-138 (1) (10R) y L-225(2) (20R-MR).	Gral. Terán Inv.97-98

Cuadro 28. Total de ambientes de evaluación y Proporción de ambientes en los que las Variedades comerciales y /o líneas segregantes de avena que fueron sobresalientes en potencial de rendimiento forrajero y resistencia a la roya de la corona.

Genotipo (Var. o Línea Avanzada)	Total de Ambientes de evaluación	Proporción de ambientes donde el genotipo presento un alto potencial de rendimiento forrajero*.	Proporción de ambientes donde el genotipo presento resistencia o inmunidad a la roya de la corona.
Saia	16	12/16	16/16
Cuauhtémoc	16	13/16	1/16
Coker	8	7/8	8/8
Tamo	8	8/8	8/8
L-135(1)	5	5/5	5/5
L-164(3)	5	5/5	5/5
L-225(2)	5	4/5	5/5
L-138	2	2/2	2/2

*.Para los genotipos de alto potencial de rendimiento forrajero se consideran los de mayor rendimiento y con igualdad estadística a los que obtuvieron los mayores valores numéricos de cada localidad.

En base a los resultados vistos en el Cuadro 28 se puede observar que la variedad Saia fue muy consistente en sus reacciones a la roya y es de un alto potencial de rendimiento forrajero sobretodo en la localidad de Marín, N. L. el comportamiento de esta variedad confirma lo establecido por Simmons (1970), que manifestó que este material genético es una fuente de resistencia a la roya de la hoja de comportamiento muy estable en muchas partes del mundo, aunque perteneciente a la especie *Avena strigosa* (Avena de los arenales). Las líneas 135(1), 164 (3), 138 (1) y 225(2) son materiales también de comportamiento muy estable y con mucho futuro para ser utilizadas como material genético con resistencia a la roya en el Estado de Nuevo León.

4. 1. 2. Experimentos para evaluación y selección de líneas segregantes de avena:

I. Experimentos con líneas de la Colección “Quaker Oat Nursery”

Para cumplir con el objetivo específico uno también se realizaron experimentos con líneas segregantes F_3 introducidas de la Colección Quaker Oat Nursery se realizaron un total de 14 experimentos de campo los cuales están citados en los Cuadros del Apéndice desde el 19A hasta el 32A. En dichos Cuadros se observan la comparaciones de medias para la variable rendimiento de forraje seco cuando se dio significancia estadística y también aparecen comparados los datos numéricos cuando no se dió la significancia estadística entre tratamientos.

En el Cuadro 29, se aprecian los resultados del ANVA solo para la variable rendimiento de forraje seco de los catorce experimentos de esta sección, encontrándose significancia estadística entre las líneas segregantes y las variedades testigo en nueve de los experimentos desarrollados.

Cuadro 29. Resultados de Análisis de Varianza de los experimentos de Líneas segregantes de avena (Procedentes de la Colección de la Quaker Oat Nursery) para la variable Rendimiento de forraje seco, donde se anotan los Cuadrados medios de Tratamientos, C.M. del error, Significancia Estadística y Coeficiente de Variación.

N° de Experimento	Cuadrado Medio		Significancia Estadística	Coeficiente de Variación %
	Tratamientos	Error		
1***	6853.37	3723.90	*	14.79
2***	5567.89	422.91	*	8.37
3***	4811.72	10152.35	N. S.	34.05
4***	8552.50	9597.77	N.S.	31.94
5***	6547.95	5577.35	N. S.	21.98
6	24.80	18.30	N.S.	32.60
7***	17329.46	9116.49	N. S.	19.73
8	3.95	0.20	*	8.28
9	4.20	1.31	*	17.57
10	16.42	4.665	*	14.23
11	4.80	1.14	*	11.06
12	5.71	1.25	*	11.69
13	5.08	0.24	*	6.05
14	7.64	1.78	*	19.09

* Significancia estadística (al 5% de probabilidad)

** Alta significancia estadística (al 1% de probabilidad)

*** Cuadrados medios calculados con datos originales de parcela de 0.4 m², el resto con datos transformados por hectárea

En el Cuadro 30 se pueden apreciar las líneas segregantes y variedades testigo más sobresalientes por su rendimiento de forraje seco y su reacción de resistencia a la roya de la hoja. Se puede observar en forma resumida, los materiales más sobresalientes en forma general y específica por localidad.

Cuadro 30. Líneas segregantes y variedades comerciales de avena seleccionadas, con mayores rendimientos, y con resistencia a la roya de la corona por localidad

Nº de Experimento	Líneas / Var. más rendidoras (Forraje Seco Ton ha ⁻¹)	Reacción de resistencia o inmunidad	Localidad
1	Líneas F ₃ -135, 136, 146, 147, 148, 149, 150, 157, 158, 161, 168, 169, 170, 171, 172, 176, 177, 179, 180, 181, 182, 188, 191, 193, 195, 196, 201, 206, 215, 218, 220, 225, 227, 230, 231, (>10.29 ton ha ⁻¹) * *	Todas estas líneas con reacción de resistencia :21 líneas con reacción de R y 14 líneas con reacción MR. Testigo Saia con reacción de 10R.	Marín,N.L. Inv.94-95
2	Líneas F ₃ -121, 134, 135, 136, 138, 142, 146, 149, 156, 157, 158, 161, 165, 170, 174, 176, 179, 180, 181, 183, 185, 188, 195, 196, 197, 201, 202, 207, 211, 213, 215, 218, 219, 222, 224, 225, 227 y 231 (>5.56 ton ha ⁻¹) * *	Todas estas líneas con reacciones de Resistencia a la roya de la hoja: 29líneas con reacción MR y 9 con reacción R. Testigo Saia con reacción 10R	La Ascensión, Aramberrí, N. L. Verano 1995
3	Líneas F ₄ -: 157, 176, 206, 211, 215, 218, 220, 230 y 231 (>8.92 ton ha ⁻¹), solo diferentes al testigo numéricamente * **	Todas estas líneas con reacciones de Resistencia a la roya de la hoja :7 líneas con reacción de resistencia (R) y 2 con reacción de MR. Testigo Saia con reacción 5R	Marín, N. L. Inv.95-96
4	Líneas F ₄ -: 135(1), 185(1), 163(3), 174(2), 146(2), 164(3), 163(2), 139(2), 149(3), 170(2), 177(3), 218(2), 227(3), 215(2), 158(3), y 177(2) (>10.9 ton ha ⁻¹) * **	Todas estas líneas con reacciones de Resistencia a la roya de la hoja :10 líneas con reacción de resistencia (R) y 6 con reacción de MR. Testigo Saia con reacción Inmune)	Marín, N. L. Inv.95-96
5	Líneas F ₄ -: 124, 125, 129, 135, 137, 138, 143, 167, 175, 176, 178, 179, 180, 182, 187, 188, 189, 190, 192, 193, 195, 196, 202, 204, 205, 206, 208, 209, 215, 220, 225, 227 y 231 (>8.81 ton ha ⁻¹) ***	Todas estas líneas con reacciones de Resistencia a la roya de la hoja: 20 líneas con reacción de resistencia (R) y 14 con reacción de MR. Testigo Saia con reacción 5R	Gral. Terán, N. L. Inv.95-96
6	Líneas F ₅ : 188(2-1), 169(2-1), 148(2-1), 185(3-1), 164(3-1), 157(4-1), 163(2-1), 230(1-1), 147(1-1), 179(1-1), 191(3-1), 222(3-1), 164(1-1), 163(1-1). (>1.25 ton ha ⁻¹) *** Problemas de Sequía.	Todas estas líneas con reacciones de Resistencia a la roya de la hoja: 9 líneas con reacción de resistencia (R) y 5 con reacción de MR. Testigo Saia con reacción 5R	La Ascensión, Aramberrí, N. L. Verano 1996

**Todas estas líneas superiores al testigo más rendidor, numéricamente y estadísticamente, además con reacción de resistencia a la roya de la hoja.

***Se anotan las líneas con rendimientos mayores al testigo más rendidor y con resistencia a la roya de la hoja.

continuación Cuadro 30

Continúa Cuadro 30

7	Líneas F ₅ : 222(3-1), 218(2-1), 149(3-1), 161(2-1), 158(3-1), 146(2-1), 150(2-1), 148(2-1), 181(2-1), 146(3-1), 225(2-1), 177(3-1), 163(3-1), 168(2-1), 230(2-1), 215(3-1), 163(2-1), 156(2-1), 172(2-1), 220(2-1), 222(2-1), 137(2-1), 188(2-1), 147(2-1), 125(3-1), 130(3-1), 159(1-2), 180(1-1), 143(2-1), 220(1-1), 218(1-1), 210(1-1), 136(1-1), 230(1-1), 135(1-1), 195(1-1), 159(2-1), 200(2-1), 179(1-1), 161(1-2), Y 161(1-1), (>3.68 ton ha ⁻¹) ***	Todas estas líneas con reacciones de Resistencia o inmunidad a la roya de la hoja: 4 líneas con reacción de resistencia (R), 5 con reacción de MR y 31 con reacción de Inmunidad. Testigo L-3 del INIFAP con reacción 10R	Bachiniva, Chih. Verano 1996
8	Líneas F ₆ : Se encontraron 24 líneas superiores al testigo más rendidor(>5.88 ton ha ⁻¹) * * (Cuadro 26A)	Todas estas líneas con reacciones de resistencia a la roya de la hoja: 11 líneas con reacción de resistencia (R), y 13 con reacción de MR.	Marín, N. L. Inv.96-97
9	Líneas F ₆ : Se encontraron 57 líneas superiores al testigo más rendidor(>6.02 ton ha ⁻¹) * * (Cuadro 27A)	Todas estas líneas con reacciones de resistencia a la roya de la hoja: 23 líneas con reacción de resistencia (R), y 34 con reacción de MR.	Gral. Terán Inv.96-97
10*	Líneas F ₇ (136(1) y 220(2) y F ₅ : L-130(1) Superiores al testigo más rendidor . (>2.97 ton ha ⁻¹) * *	Líneas con reacción de resistencia o inmunidad a la roya de la hoja. Ver Cuadro 28A.	Cd. Cuauhtémoc, Chih. Verano 1997
11*	Líneas F ₇ y F ₅ : 16 Líneas F ₅ (L-176, L-195, L-62, L-118, L-124, L-138, L-43, L-112, L-31, L-53, L-76, L-33, L-114, L-131, L-121.) y dos Líneas F ₇ (L-164 y L—158) superaron al testigo más rendidor, (>11.4 ton ha ⁻¹) . * *	Todas estas líneas con reacciones de resistencia a la roya de la hoja: 6 líneas con reacción de resistencia (R), 2 con reacción de MR y 11 con reacción de Inmunidad. (Cuadro 29A).	Marín, N.L. Inv.97-98
12*	Líneas F ₇ y F ₅ : 19 Líneas fueron superiores al testigo(>10.61 ton ha ⁻¹) superaron al testigo más rendidor, la línea superior fue la L-195* *	Todas las líneas superiores con reacciones de Resistencia a la roya de la hoja.:8 líneas con reacción de resistencia (R), 1 con reacción de MR y 10 con reacción de Inmunidad. (Cuadro 30A).	Gral. Terán, N.L. Inv.97-98
13*	Líneas F ₈ y F ₆ : Se encontraron 32 líneas superiores al testigo más rendidor (>6.98 ton ha ⁻¹) * *	Todas las líneas superiores con reacciones de Resistencia a la roya de la hoja : 5 líneas con reacción de resistencia (R), 3 con reacción de MR y 24 con reacción de Inmunidad. (Cuadro 31A)	Gral. Terán, N.L. Inv.98-99
14*	Existió igualdad estadística entre las líneas probadas, a excepción de la línea 135. Las líneas L-191(2) F ₉ y L-93(2) F ₇ (>9.0 ton ha ⁻¹) fueron las más rendidoras. * *(Cuadro 32A)	10 de las líneas evaluadas mostraron Inmunidad a la roya de la hoja y 2 mostraron resistencia. Dos de los testigos mostraron Susceptibilidad a la roya de la hoja y Saia reacciono como Inmune	La Ascensión, Aramberrí, N. L. Verano 1999

Notas: *En los experimentos 10, 11, 12, 13 y 14 también se involucraron líneas de la Colección de la Universidad de Minnesota que en todos los casos son las de menor avance generacional (En el experimento: 10 las F₅, en el 11 las F₅, en el 12 las F₅, en el 13 las F₆ y en el 14 las F₇)

En el Cuadro 31 se establecen comparativamente los genotipos que fueron sobresalientes en rendimiento de forraje seco y resistencia a la roya de la hoja en las pruebas con líneas segregantes de la colección de la Quaker Oat Nursery.

Cuadro 31. Total de ambientes de evaluación y Proporción de ambientes en los que las líneas segregantes y/o testigos regionales de avena que fueron sobresalientes en potencial de rendimiento forrajero y resistencia a la roya de la corona.

Genotipo (Línea Avanzada y/o Testigo Regional)	Total de Ambientes de evaluación	Proporción de ambientes donde el genotipo presento un alto potencial de rendimiento forrajero*.	Proporción de ambientes donde el genotipo presento resistencia o inmunidad a la roya de la corona.
L-135	14	9/14	14/14
L-164	13	7/13	12/13
L-218	14	11/14	12/14
L-225	13	8/13	13/13
L-177	13	8/13	11/13
Saia	11	6/11	11/11

*.Para los genotipos de alto potencial de rendimiento forrajero se consideran los de mayor rendimiento y con igualdad estadística a los que obtuvieron los mayores valores numéricos de cada localidad.

En el Cuadro 31 se observan las líneas con mayor potencial de rendimiento forrajero y con resistencia o inmunidad a la roya de la hoja, desarrolladas por el método genealógico, se siguió observando el comportamiento muy sobresaliente de la variedad Saia que se utilizó como testigo en 11 de los catorce experimentos desarrollados, ya que se observó un alto potencial de rendimiento forrajero en 6 de los 11 ambientes en los que se trabajó con ella y se comportó con resistencia a la roya en todos los ambientes donde se evaluó.

De acuerdo al método genealógico seguido, se fue eliminando materiales genéticos segregantes con características agronómicas indeseables, principalmente con bajo potencial de

rendimiento forrajero y susceptibles a la roya de la hoja u otras enfermedades que pudiesen representar un problema a futuro; tal es el caso de la roya del tallo y el Virus del amarillamiento y achaparamiento de la Cebada. Lo anterior coincide en lo recomendado por Fehr (1989a), quien establece que : la resistencia genética a hongos y otros enemigos de los cultivos reduce o elimina la necesidad de utilizar Funguicidas y otros pesticidas agrícolas, por lo que la mayor parte de los programas de mejora genética de plantas, busca la existencia de resistencia a más de una enfermedad, plaga, etc. para cubrir en forma más eficiente la problemática sanitaria regional o zonal de cada país.

La alta eficiencia en el uso del método genealógico permitió la eliminación de líneas indeseables antes de ser evaluadas en las pruebas preliminares con repeticiones la selección en cada generación involucra diferentes ambientes en los cuales se provee de una buena oportunidad para que la variabilidad genética de importantes caracteres puedan ser expresados y se pueda aplicar una selección más efectiva. La relación genética entre líneas se conoce y puede utilizarse para maximizar la variabilidad genética entre líneas retenidas durante la selección (Fehr, 1989b).

Cuando en el método de Pedigree se aplica selección visual, puede funcionar para características que se pueden observar a simple vista, tal es el caso de resistencia a enfermedades, sin embargo, la selección visual no es efectiva en características que no se puedan ver a simple vista como es el caso de la cantidad de proteína en la semilla (Fehr, 1989b).

En base a los resultados obtenidos aplicando selección visual en plantas con competencia completa, representativas del material y resistentes a la roya de la hoja principalmente, se han logrado avances debido a que son caracteres de alta heredabilidad coincidiendo con Fehr (1989b) y Brown y Patterson (1992).

En base a los resultados observados en los experimentos de Chihuahua (Cd. Cuauhtémoc, Experimento 10) el comportamiento de rendimiento de forraje seco (Cuadro 28A) se observa que las líneas L-130 (1) F₅, L-136 (1) F₇ y L-220 (2)F₇ resultaron con los valores mas altos (3.15, 3.10 y 3.07 ton ha⁻¹, respectivamente) comparados con la variedad Chihuahua, que fue el testigo mas rendidor (2.97 ton ha⁻¹).

Cabe resaltar que la respuesta de las líneas con relación al ataque de la roya, estas manifestaron diferentes grados de resistencia e inmunidad como la que se presento en la línea L-130 (1) F₅, contrastando con la respuesta de la variedad Chihuahua que presento grados de alta susceptibilidad.

En forma general se observo que la mayoría de las líneas probadas presentaron reacciones de resistencia e incluso de inmunidad, lo que nos indica la valiosa fuente genética para la resistencia a *Puccinia coronata* Cda.

Con relación a los días a floración, estos materiales se comportaron mas precoces que en las localidades de Marín y Gral. Terán, N.L. Las diferencias en los días a floración entre localidades fluctuaron entre los 30 días, siendo mas precoces en Chihuahua que en Nuevo León. Esta diferencia puede ser debida a que el ciclo de siembra en la primera localidad se

inicia con temperaturas altas y abundante humedad sin afectar el amocallamiento (julio y agosto), favoreciendo un desarrollo mas rápido en las primeras etapas de crecimiento, contrario a lo que se presenta en Nuevo León, donde las fechas de siembra coinciden con bajas temperaturas en las primeras etapas (noviembre y diciembre) retrasando los días a floración.

En la Fotografía 6 se aprecia una vista general del experimento de Chihuahua. En ella se observa el vigor presentado por algunas de las líneas estudiadas como la L-158. Sin embargo la línea L-130 fue superior (no mostrada en la fotografía).



Fotografía 6. Comportamiento de la línea L-158 en el experimento de Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua. Verano 1997.

En la Fotografía 7 se aprecia el momento de cosecha del experimento de líneas avanzadas en Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, consistente en un metro lineal de surco de cada una de las parcelas del experimento.



Fotografía 7. Momento de cosecha en el experimento de Cd. Cuauhtémoc, Chih. Verano 1997.

En el Cuadro 29A se observan resultados de experimento desarrollado en Marín, N. L. (Invierno 97-98) donde 19 líneas fueron superiores en rendimiento de forraje seco que el testigo mas rendidor (Coronado, 11.42 ton ha⁻¹). De estas 19 líneas, 16 fueron líneas F₅ (Colección de la U. De Minnesota) y 3 líneas fueron F₇ (Colección de Quaker Oat Nursery). En general se observa una tendencia a que las líneas originadas de la Colección de Minnesota presentaron un mejor comportamiento que las líneas provenientes de la Quaker Oat Nursery. Los rendimientos de estas líneas fluctuaron desde los 11.4 ton ha⁻¹ hasta los 13.2 ton ha⁻¹ que correspondió a la línea L-176 que supero al mejor testigo con 16 %, siendo este diferente estadísticamente.

Cabe destacar también que estas líneas presentaron reacciones de inmunidad y altamente resistentes a la roya de la corona, lo que las hace aun mas prometedoras para

utilizarse como variedades, que puedan sustituir a los materiales comerciales antiguos en la región, y que tienen gran susceptibilidad a la roya de la corona.

Lo anterior se confirma en estudios realizados posteriormente por Puente (2002) en Marín N. L. en la FAUANL, quién trabajando con los materiales avanzados hasta F₉ de la misma procedencia durante el Invierno 2000-2001, alcanzaron rendimientos de forraje seco de hasta 12.0 t.ha⁻¹ lo cual confirma la superioridad de estos materiales conservando el comportamiento de Inmunidad a la roya de la hoja.

Con relación a este comportamiento, se observó que la mayor parte de las líneas tuvieron una respuesta de inmunidad y algunas otras de resistencia, lo que las hace aun mas favorables para utilizarse como posibles variedades comerciales o considerarlas como líneas progenitoras en futuros programas de mejoramiento, como fuente de resistencia o inmunidad que aparentemente puede estar ligada a un par o dos pares de genes (Frey y Browning citados por Ohm y Shaner, 1992).

En el Cuadro 32A aparecen los resultados del Experimento 14 donde se estudiaron 12 líneas avanzadas y tres testigos regionales. En la Fotografía 8 se aprecia el experimento en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía en la Ascensión en Aramberrí, N.L.



Fotografía 8. Vista general del experimento de 12 líneas avanzadas y tres testigos regionales de avena. La Ascensión, Aramberri, N.L. Verano 1999.

Los mayores rendimientos de forraje seco fueron alcanzados por la línea L-191(2)(F₉), con 9.45 ton. ha⁻¹. La variedad Saia y todas las líneas avanzadas, se comportaron como resistentes y/o Inmunes al ataque de la roya de la corona, contrastando a los testigos regionales que se mostraron como susceptibles. Las líneas avanzadas que se mostraron resistentes o inmunes serán consideradas para registrarse como variedades ante el SNICS; estos materiales fueron generados en la FAUANL aplicando el método genealógico.

II. Experimentos con líneas de la Colección de la “Universidad de Minnesota, MN., E. U. A.”

Para cumplir con el objetivo específico uno, también se realizaron experimentos con líneas segregantes F_3 introducidas de la Colección de la Universidad de Minnesota. Se realizaron un total de 10 experimentos de campo los cuales están citados en los Cuadros del Apéndice el 33A hasta el 37A (Experimentos del 1 al 5) y del 28A al 32A (Experimentos del 6 al 10). En dichos Cuadros se observan la comparaciones de medias para la variable rendimiento de forraje seco cuando se dio significancia estadística y también aparecen valores promedio cuando no se dió la significancia estadística entre tratamientos.

En el Cuadro 32 se aprecian los resultados del ANVA solo para la variable rendimiento de forraje seco de los diez experimentos, encontrándose significancia estadística entre las líneas segregantes y las variedades testigo en nueve de los experimentos desarrollados.

En el Cuadro 33 se observan los experimentos desarrollados con los materiales de la Colección de la Universidad de Minnesota, E. U. A. en diferentes localidades y períodos considerando las variables rendimiento de forraje seco y resistencia a la roya de la hoja, señalándose los genotipos más sobresalientes.

Cuadro 32. Resultados de Análisis de Varianza de los experimentos de Líneas segregantes de avena procedentes de la Colección de la Universidad de Minnesota para la variable Rendimiento de forraje seco.

N° de Experimento	Cuadrado Medio		Significancia Estadística	Coeficiente de Variación %
	Tratamientos	Error		
1***	4418.55	14444.68	N. S.	46.97
2***	3733.49	2250.13	N. S.	17.56
3***	8668.35	1686.24	*	13.42
4***	5889.45	1008.29	*	10.65
5***	6734.36	1232.26	*	13.09
6	16.42	4.665	*	14.23
7	4.80	1.14	*	11.06
8	5.71	1.25	*	11.69
9	5.08	0.24	*	6.05
10	7.64	1.78	*	19.09

* Significancia estadística (al 5% de probabilidad)

*** Cuadrados medios calculados con datos originales de parcela de 0.4 m², el resto con datos transformados por hectárea

Cuadro 33. Líneas segregantes y variedades comerciales de avena seleccionadas, con mayores rendimientos, y con resistencia a la roya de la corona por localidad

N° de Experimento	Líneas / Var. más rendidoras (Forraje Seco Ton ha ⁻¹)	Reacción de resistencia o inmunidad	Localidad
1	Líneas: 8, 84, 118, 166, 171, 192 (> de 10 ton·ha ⁻¹ , superando a los testigos).	Todas ellas con reacciones de resistencia a la roya de la hoja (5R y 10R)	Marín, N.L. Inv.95-96
2	Líneas: 10, 24, 34, 37, 39, 44, 53, 59, 63, 76, 87, 111, 114, 118, 128, 133, 146, 194, 200 y 204 (tuvieron un rendimiento de forraje seco igual o superior a 8 ton·ha ⁻¹)	Todas estas líneas con resistencia a la roya de la hoja	Gral. Terán, N. L. Inv.95-96
3	25 Líneas segregantes F ₃ resultaron superiores en rendimientos forrajeros a las 4.0 ton ha ⁻¹ (Condiciones de Temporal) y con resistencia a la roya de la hoja: 17, 24, 53, 55, 74, 86, 88, 89, 90, 152, 154, 156, 172, 175, 192, 197, 199, 200, 202, 204, 205, 206, 208, 209 y 213.	Todas las líneas con reacciones de Resistencia a la roya de la hoja Testigo Saia con resistencia a la roya de la hoja y Cuauhtémoc con Susceptibilidad.	La Ascensión, Aramberrí, N. L. Verano 1996
4	15 líneas segregantes fueron superiores al testigo (Cuauhtémoc) más rendidor en forraje seco siendo las más sobresalientes superiores a las 9 ton·ha ⁻¹ : L-53, 54, 138, 141, 144, 125, 142, 137, 76, 131, 121, 63, 23, 24, y 129.	Todas estas líneas resultaron con resistencia o inmunidad a la roya de la hoja, a excepción de la línea 140 que resulto susceptible al patógeno.	Marín, N. L. Inv.96-97

continuación Cuadro 33

Continúa Cuadro 33

5	Líneas F ₄ :- Se encontraron 30 líneas superiores al testigo Cuauhtémoc (susceptible a la roya de la hoja) en rendimiento de forraje seco (>7.2 ton ha ⁻¹), de estas solo 23 se mostraron con reacciones de resistencia o inmunidad a la roya de la hoja.	De las líneas superiores en rendimiento de forraje seco al testigo y que resultaron con reacción de inmunidad fueron: L144, 54, 121, 118, 112, 24, 39 y 114. La variedad testigo Saia resulto con reacción de Inmunidad.	Gral. Terán, N. L. Inv.96-97
6*	Líneas F ₅ : L-130 fue superior en rendimiento de forraje seco al testigo más rendidor (Chihuahua) ya que esta obtuvo 3.15 ton ha ⁻¹ . Ver Cuadro 28A	Ventitres líneas resultaron con reacciones de inmunidad: L-130, 25, 33, 195, 177, 54, 114, 31, 176, 76, 131, 62, 38, 132, 24, 138, 55, 53, 118, 39, 23, 93, 202,	Cd. Cuauhtémoc Chih. Verano 1997 (Temporal)
7*	Líneas F ₅ : 16 alcanzaron un rendimiento de forraje seco superior al del testigo Coronado (>11.40 ton ha ⁻¹). Ver Cuadro 29A.	La mayor parte de estas líneas resultaron con una reacción de inmunidad (11) y el resto con reacción de resistencia.	Marín, N. L. – Invierno 97-98.
8*	Líneas F ₅ : 17 Líneas F ₅ (L-176, L-195, L-62, L-118, L-124, etc.) alcanzaron rendimientos de forraje seco superiores (>10.61 ton ha ⁻¹) a los obtenidos por el testigo más rendidor (Coronado), la línea superior fue la L-195. Ver Cuadro 30A	Todas las líneas superiores al testigo más rendidor resultaron inmunes o resistentes al ataque del patógeno.	Gral. Terán, N.L. Inv.97-98
9*	Líneas F ₆ : 25 Líneas fueron superiores al testigo (>6.98 ton ha ⁻¹) más rendidor, la línea superior fue la L-39. Ver Cuadro 31A.	De las líneas superiores al testigo más rendidor, solo 23 líneas resultaron inmunes al patógeno y el resto resultaron resistentes.	Gral. Terán, N.L. Inv.98-99
10*	Líneas F ₇ : De las 6 líneas F ₇ la L-93 alcanzo el mayor rendimiento forrajero (>9.0 ton ha ⁻¹ de forraje seco). Ver cuadro 32A	Todas las líneas estudiadas resultaron inmunes a la roya de la hoja.	La Ascensión, Aramberrí, N.L. Verano 1999.

Notas: *En los experimentos 6, 7, 8, 9, y 10 aparecen citados en los Cuadros 28A, 29A, 30A, 31A y 32A. (En el experimento: 6 se usaron 32 líneas F₅, en el 7 se usaron 32 líneas F₅, en el 8 se sembraron 32 líneas F₅, en el 9 se usaron 32 líneas F₆ y en el 10 se usaron 6 líneas F₇)

En el Cuadro 33 se pueden apreciar las líneas segregantes y variedades testigo más sobresalientes en base a forraje seco y reacción de resistencia a la roya de la hoja de cada uno de los experimentos de líneas segregantes. Se puede observar en forma resumida cuales fueron los materiales más sobresalientes en forma general y específica por localidad.

Con respecto al comportamiento observado en su reacción a la roya de la corona, la mayor parte de estos materiales mostraron Inmunidad al Patógeno. Es importante aclarar que los materiales de esta colección se evaluaron repetidamente en Gral. Terán, considerada una zona segura en presencia de roya de hoja, ya que en esta localidad se observó un efecto devastador del daño ocasionado por roya de la hoja en variedades comerciales testigo.

Como se observó, la mayor parte de las líneas tienen una respuesta de inmunidad o resistencia, lo que las acredita para ser utilizadas como posibles variedades comerciales o consideradas como líneas progenitoras en futuros programas de mejoramiento genético para transmitir la resistencia o inmunidad al patógeno que puede estar ligada a uno o dos pares de genes (Frey y Browning citados por Ohm y Shaner, 1992).

En base a estos atributos, se puede considerar que dentro de la variabilidad genética existe un gran potencial para utilizarse exitosamente en el proceso de selección de variedades nuevas con alto potencial de rendimiento de forraje y resistencia a la roya para la región Noreste de México.

En el Cuadro 34 se establecen comparativamente los genotipos que fueron sobresalientes en rendimiento de forraje seco y resistencia a la roya de la hoja en las pruebas con líneas segregantes de la colección de la Universidad de Minnesota, señalando el número de ambientes en los que trabajó cada línea sobresaliente.

Cuadro 34. Total de ambientes de evaluación y Proporción de ambientes en los que las líneas segregantes y/o testigos regionales de avena que fueron sobresalientes en potencial de rendimiento forrajero y resistencia a la roya de la corona.

Genotipo (Línea Avanzada y/o Testigo Regional)	Total de Ambientes de evaluación	Proporción de ambientes donde el genotipo presento un alto potencial de rendimiento forrajero*.	Proporción de ambientes donde el genotipo presento resistencia o inmunidad a la roya de la corona.
L-124	10	6/10	7/10
L-112	10	7/10	10/10
L-93	10	5/10	10/10
L-138	10	7/10	7/10
L-55	10	6/10	10/10
Saia	8	4/8	8/8

*.Para los genotipos de alto potencial de rendimiento forrajero se consideran los de mayor rendimiento y con igualdad estadística a los que obtuvieron los mayores valores numéricos de cada localidad.

En el Cuadro 34 se observan las líneas con mayor potencial de rendimiento forrajero y con resistencia o inmunidad a la roya de la hoja, desarrolladas por el método genealógico, se siguió observando el comportamiento muy sobresaliente de la variedad Saia (testigo regional) que se utilizó como testigo en 8 de los diez experimentos desarrollados, ya que se observó un alto potencial de rendimiento forrajero en 4 de los 8 ambientes en los que se trabajó con ella y se comportó con resistencia a la roya en todos los ambientes donde se evaluó. La línea 112 es la más sobresaliente de los materiales de la colección de la Universidad de Minnesota ya que resultó con un alto potencial de rendimiento forrajero en 7 de los diez ambientes donde se trabajó y resultó con resistencia a la roya de la hoja en los diez ambientes de evaluación.

4. 1. 3. . Experimentos para evaluación de genotipos de avena susceptibles a la roya de la hoja sometidos a irradiación para inducir mutaciones.

Para cumplir con el objetivo específico uno también se realizaron tres experimentos con genotipos de avena susceptibles a la roya de la corona (Coronado, Cuauhtémoc y L-140), sometidos a cuatro intensidades de irradiación (0, 10, 20 y 30 K rad) los cuales están citados en los Cuadros del Apéndice desde el 38A hasta el 40A. En dichos cuadros se observan las comparaciones de medias para la variable rendimiento de forraje seco, considerando el Factor A (genotipos), el Factor B (Intensidades de Irradiación) y la Interacción (A X B), cuando se dió significancia estadística y también aparecen comparados los datos numéricos cuando no se dió la significancia estadística entre tratamientos.

En el Cuadro 35, se aprecian los resultados del ANVA solo para la variable rendimiento de forraje seco (ton ha^{-1}) considerando los diferentes factores, de los tres experimentos de esta sección, encontrándose significancia estadística entre los genotipos comparados en uno de los experimentos desarrollados, para el factor B intensidades de Irradiación se encontró significancia estadística en dos de los experimentos desarrollados, mientras que para el efecto de Interacción se encontró significancia estadística solo en dos experimentos.

Cuadro 35. Resultados de Análisis de Varianza de los experimentos de genotipos de avena susceptibles a la roya de la hoja, sometidos a irradiación para inducir mutaciones. Para la variable Rendimiento de forraje seco.

N° de Experimento	Cuadrado Medio			Error	Coeficiente de Variación %
	Factor				
	A	B	Int.(AXB)		
1	2.2867*	22.79**	3.39**	0.9052	17.03
2	0.3134 ^{N. S.}	0.6874 ^{N. S.}	0.6934 ^{N. S.}	0.2953	24.98
3	1.7591*	22.57*	3.6174*	0.3419	10.70

* Significancia estadística (al 5% de probabilidad), N. S. = No significativo.

** Alta significancia estadística (al 1% de probabilidad)

En el Cuadro 36 se observan los resultados de los tres experimentos desarrollados con los tres genotipos (Efecto A) susceptibles a la roya de la hoja sometidos a cuatro intensidades de irradiación (Efecto B) en diferentes localidades y períodos considerando la variable rendimiento de forraje seco, el efecto de interacción aparece en los Cuadros del Apéndice 38A, 39A y 40A donde se observa también el resultado de reacción de resistencia a la roya de la corona.

Cuadro 36. Resultados de Comparación de Medias de los tres experimentos con tres variedades de avena bajo el efecto de cuatro intensidades de irradiación, separando los resultados por efectos principales (A = variedades, B = intensidad de irradiación). Para la variable: Rendimiento de forraje seco (Ton ha⁻¹).

N° de Experimento	Comparación de Medias Efecto A**		Comparación de Medias Efecto B***		
	Nivel	Media	Nivel	Media	
1	1	5.82 A	1	6.39	AB
	2	5.78 A	2	5.42	B
	3	5.15 A	3	3.71	C
	4		4	6.82	A
2	1	2.24 A	1	2.41	A
	2	2.27 A	2	2.00	A
	3	2.01 A	3	1.93	A
	4		4	2.34	A
3	1	5.82 A	1	6.07	A
	2	5.40 AB	2	5.39	B
	3	5.16 B	3	3.59	C
	4		4	6.78	D

** Tres Niveles de Factor A (variedades) = 1 = Coronado 2 = Cuauhtémoc y 3 = L-140

*** Cuatro Niveles de Factor B (intensidad de irradiación) = 10, 20, 30 y 0 Krad (niveles 1, 2, 3 y 4).

En el Cuadro 36 se observa que: para el experimento 1 al descomponer los efectos principales, en el efecto A (genotipos) no se encontró significancia estadística entre estos, sin embargo numéricamente los mayores valores fueron alcanzados por el genotipo 1 (variedad Coronado con 5.82 Ton ha^{-1}); para el efecto B (intensidades de Irradiación), se encontró significancia estadística entre estas siendo superiores los niveles 1 y 4 (con 6.39 y 6.82 Ton ha^{-1}). En el experimento 2 no se encontró significancia estadística para ninguno de los dos efectos, sin embargo los mayores valores numéricos fueron alcanzados por la variedad Cuauhtémoc (2.27 Ton ha^{-1}) y el nivel 1 de irradiación (2.41 Ton ha^{-1}). En el experimento 3 al descomponer los efectos principales para el efecto A se encontró significancia estadística siendo los mayores rendimientos alcanzados por la variedad Coronado (5.82 Ton ha^{-1}) que tuvo igualdad estadística con la variedad Cuauhtémoc (5.40 Ton ha^{-1}), mientras que para el efecto B se encontró significancia estadística, el nivel 1 (10 Krad) fue superior pues alcanzo 6.07 Ton ha^{-1} .

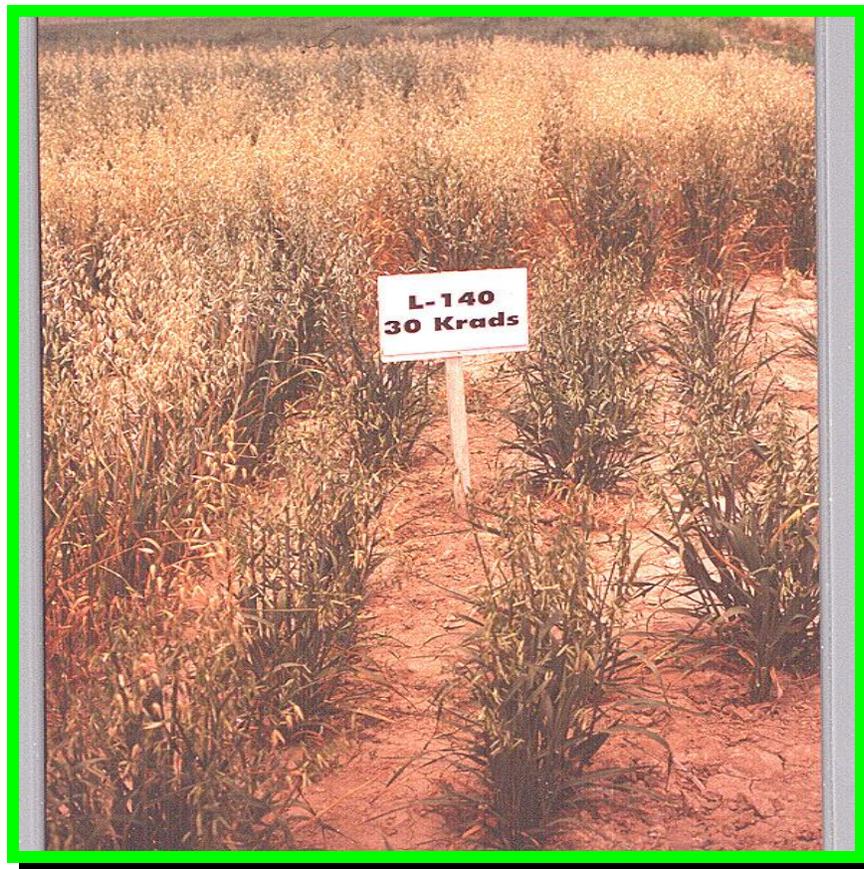
En el Cuadro 37 se observan los experimentos desarrollados con los tres genotipos susceptibles a la roya de la hoja sometidos a cuatro intensidades de irradiación en diferentes localidades y períodos considerando la variable rendimiento de forraje seco y resistencia a la roya de la hoja y señalándose los genotipos más sobresalientes en cada experimento considerando los resultados del efecto de interacción que aparecen en los Cuadros 38A, 39A y 40A.

Cuadro 37. Tres genotipos de avena sometidos a cuatro intensidades de irradiación en diferentes años rendimientos, generaciones de avance mutacional y con reacción de resistencia a la roya de la corona por localidad

Nº de Experimento	Líneas / Var. más rendidoras (Forraje Seco Ton ha ⁻¹)	Reacción de resistencia o Susceptibilidad	Intensidad de irradiación	Generación de avance	Localidad
1	Coronado (8.18) y Cuauhtémoc (7.68)	40S	0 y 10 K rad	M ₁	Marín, N.L. Inv.95-96
2	Coronado (2.6)	40S	10K rad	M ₂	La Ascensión, Aramberrí, N. L. Verano 96
3	Coronado (8.18) y Cuauhtémoc (7.25)	60S	0 y 10 K rad	M ₃	Marín, N. L. Inv.96-97

Se puede observar que hubo efectos negativos en el comportamiento de los materiales al aumentar la intensidad de irradiación, pues se dió una reducción en el rendimiento de forraje seco en los tratamientos con mayor intensidad de irradiación. Un efecto directo fue una menor cantidad de plantas al momento de la cosecha, por lo cual se puede afirmar que hubo un efecto negativo en la germinación de la semilla. Sin embargo, en el segundo experimento de irradiación, la línea 140 que había tenido una reacción de susceptibilidad (en Marín y Gral. Terán, N. L.) en otras evaluaciones se mostró con una reacción de 40 MR (40% de su follaje dañado con una reacción de moderadamente resistente). En el experimento tres se siguió observando que la línea 140 solo tuvo una reacción de 40 MR solo en los materiales con una intensidad de irradiación 30 K rad.

En la fotografía 9 se aprecia el comportamiento de la línea experimental L-140, la cual, según se menciona, fue grandemente afectada por los tratamientos de irradiación. Esto puede observarse en la fotografía, donde las plantas presentan una baja productividad en la producción de forraje.



Fotografía 9. Comportamiento de la línea L-140. Experimento de Mutaciones. Marín, N.L. Invierno 1996-1997.

4. 2. Experimentos establecidos y actividades desarrolladas para cumplir con el objetivo específico 2.

En este apartado se describen los resultados de los siete experimentos desarrollados y los resultados de los muestreos enviados a la Universidad de Minnesota, donde se identificaron las razas fisiológicas de roya de la hoja (*Puccinia coronata* Cda.).

4. 2. 1. Experimentos de variedades diferenciales para la identificación de razas fisiológicas de roya de la hoja.

Para cumplir con este objetivo se realizaron siete experimentos bajo ambientes controlados (vivero-invernadero), seis de los cuales incluyeron variedades diferenciales que sirvieron para identificar la reacción de resistencia o susceptibilidad a la roya de la corona (*Puccinia coronata* Cda.) en diferentes ambientes, los cuales están citados en el Cuadro 38.

En el experimento siete se incluyeron cinco líneas F₄ que se probaron a nivel de vivero inoculándose con el patógeno para obtener una reacción de resistencia o susceptibilidad. Los resultados aparecen en el Cuadro 41A del Apéndice.

En el Cuadro 38 se aprecian los resultados de las reacciones de resistencia o susceptibilidad de las variedades diferenciales evaluadas (en base al % de follaje dañado y reacción a la roya). En los primeros dos ciclos de siembra en Marín, N. L. , en forma general solo se presentó reacción en solo dos variedades diferenciales en el Ciclo 94-95, y de una variedad diferencial en el ciclo 95-96; en comparación con el ciclo 96-97 que fue el que dio las reacciones de virulencia más severas, incluso comparado con las reacciones de virulencia de las variedades diferenciales durante el ciclo Maín, N. L. Inv. 97-98. La respuesta observada seguramente se debió a que el ciclo de Invierno 96-97 fue más húmedo y presentó temperaturas más favorables para que el patógeno pudiera afectar más severamente a las variedades diferenciales; esto se puede corroborar al revisar los datos climáticos presentados en Materiales y Métodos. Lo anterior coincide con lo establecido por De la Garza, (1996), quién explicó que la roya de la hoja de diferentes cereales (entre ellos el trigo, cebada, avena)

afecta cuando se dan condiciones ambientales más húmedas y con temperaturas entre 15° C – 22° C.

Cuadro 38. Reacción a la presencia de roya de la corona de las variedades diferenciales en diferentes ambientes.

Variedad Diferencial	Denominación (Genes de Resistencia)	Reacción de resistencia					
		MI 94-95	MI 95-96	MI 96-97	TI 96-97	MI 97-98	TI 97-98
1	Pc64	* Sin datos	* Sin datos	S. R.	10 R.	S. R.	10 R.
2	Pc56	S. R.	S. R.	10R	10 M. R.	10 R.	10 M. R.
3	Pc54	30MS	S. R.	40S	40 S.	40 S.	20 R.
4	Pc58	S. R.	S. R.	40 MR	40 M. R –M. S.	40 M. R.	20 M. R.
5	Pc50	S. R.	S. R.	60S	60 S.	60 S.	40 S.
6	Pc62	S. R.	S. R.	S. R.	10 R.	S. R.	10 R.
7	Pc60	S. R.	S. R.	10 R.	10 R.	10 R.	20 M. S.
8	Pc59	S. R.	S. R.	S. R.	60 S.	S. R.	40 S.
9	Pc48	S. R.	S. R.	S. R.	10 R.	S. R.	20 R.
10	Pc46	40S	40S	40S	80 S.	40 S.	40 S.
11	Pc40	S. R.	S. R.	40S	80 S.	40 S.	60 S.
12	Pc45	S. R.	S. R.	30 M. R.	30 M. R.	30 M. R.	20 R.
13	Pc38	S. R.	S. R.	60 S.	80 S.	20 S.	20 M. S.
14	Pc39	S. R.	S. R.	S. R.	80 S.	S. R.	20 M. S.
15	Pc61	S. R.	S. R.	S. R.	40 M. S.	S. R.	20 R.
16	Pc35	S. R.	S. R.	40 S.	60 S.	S. R.	20 R.
17	Pc68	S. R.	S. R.	40 S.	60 S.	S. R.	20 M. S.
18	Pc63	S. R.	S. R.	S. R.	40 M. R.	S. R.	40 M. R.
19	Rodney	S. R.	S. R.	40 S	40 S.	40 S.	20 R.
20	Dummont	S. R.	S. R.	40 M. R.	40 M. R.	40 M. R.	40 M. R.

* Sin datos, pues no se trabajó con esa variedad diferencial en esa localidad ese ciclo,

**MI= Localidad de Marín, N. L. Invierno(s): 94-95, 95-96, 96-97, 97-98,

***TI= Localidad de General Terán, N. L. Invierno (s): 96-97 y 97-98.

S. R. = Sin Reacción.

Harder y Haber (1992) establecieron que la severidad del daño de roya de la hoja en avena depende del inoculo inicial, que en algunas regiones siempre será mayor por influencia de un ambiente más húmedo. En estos ambientes el daño por roya de la corona es más severo, tal es el caso de la localidad de General Terán, N. L. la cual es mucho más húmeda que la de Marín N. L.

También se considera que a partir de ciclo Invierno 96-97 se presentó muy probablemente un mayor número de razas fisiológicas del patógeno en ambas localidades de estudio presentándose una respuesta muy compleja en base a relación hospedero- patógeno por condiciones de ambiente más favorables, en la zona de General Terán se presentaron los primeros síntomas de roya transcurridos 50 días después de la siembra, a diferencia de Marín, N. L. que se presentaron los primeros 60 días después de la siembra.

Chong y Seaman (1991) y Chong y Kolmer, (1993) propusieron el cálculo de la relación virulencia / avirulencia a la roya de la hoja en avena para ver si era efectivo usar las variedades diferenciales como fuentes de resistencia genética al patógeno (*Puccinia coronata*) en Canadá y ver si existía un patrón evolutivo del hongo, por lo que utilizando esta metodología se consideran los resultados obtenidos (Cuadro 38) en Marín, N. L. durante los ciclos de cultivo Inv. 96-97 e Inv. 97-98; así como en Gral. Terán, N. L. Inv. 96-97 e Inv. 97-98:

A) Marín, N. L. Inv. 96-97:

Pc54, 50, 46, 40, 38, 35, 68, Rodney / Pc64, 56, 58, 62, 60, 59, 48, 45, 39, 61, 63, Dummont

B) Terán, N. L. Inv. 96-97:

Pc64, 56, 62, 60, 48, 45, 63, Dummont / Pc54, 58, 50, 59, 46, 40, 38, 39, 61, 35, 68, Rodney

C) Marín, N. L. Inv. 97-98:

Pc39, 48, 56, 58, 59, 61, 62, 63, 64, 68, y Dummont / Pc35, 38, 40, 46, 50, 54, y Rodney.

D) Terán, N. L. Inv. 97-98:

Pc35, 45, 48, 54, 56, 58, 61, 62, 63, 64, Rodney, Dummont / Pc38, 39, 40, 46, 50, 59, 60, 68.

En base a la respuesta obtenida por localidad, comparando los resultados del ciclo de cultivo Invierno 97-98 de las dos localidades involucradas (Cuadro 38), se infiere que hay una mayor presencia de razas fisiológicas del patógeno que afectaron a un grupo grande de variedades diferenciales. La presencia del patógeno en la localidad de Gral. Terán fue muy superior a lo detectado en el mismo ciclo de cultivo en la localidad de Marín, N.L. Este comportamiento pudo ser debido a las condiciones ambientales prevalecientes durante el ciclo de cultivo en Gral. Terán, las cuales fueron de una alta humedad relativa y con presencia de lluvias en forma abundante. Por lo que, considerando los resultados de ciclos anteriores, es de suponerse que existe una gran complejidad (presencia de más razas fisiológicas de roya de la hoja y más fuentes de resistencia genética involucradas) en la relación planta – patógeno, haciendo más difícil el proceso de selección, pero a la vez de más impacto en la formación de nuevas variedades con resistencia al patógeno, ya que se esta trabajando con un tipo de resistencia que muy probablemente sea horizontal en las nuevas variedades en desarrollo.

Los resultados del experimento siete en el Cuadro 41A, se puede observar que la línea más sobresaliente fue la 157 con un 5% del follaje con daño ocasionado por el patógeno y una reacción de resistencia, a los 50-60 días después de la emergencia.

4. 2. 2. Resultados de los muestreos enviados a la Universidad de Minnesota, MN,

E. U. A: durante 1995, 1996 y 1997, para identificación de razas de roya de la corona.

4. 2. 2. 1. Resultados de los muestreos enviados a la Universidad de Minnesota, MN,

E. U. A: durante 1995.

En el Cuadro 39 se describen los resultados de las razas fisiológicas encontradas en los muestreos realizados durante 1995 en diferentes localidades del estado de Nuevo León. Se siguió el esquema de Nomenclatura de Códigos para clasificar razas fisiológicas de *Puccinia coronata* f. sp. *avenae* propuesto por Chong, *et al.* (2000) (Cuadro 42A) a partir de variedades diferenciales.

En los resultados de este primer muestreo se encontraron 13 razas fisiológicas, no se encontró en forma repetida ninguna de las razas clasificadas, por lo que se podría decir que las razas encontradas durante este año (1995) fueron todas diferentes, evidenciándose una variación en los biotipos de roya de la corona que se presentaron en las diferentes localidades muestreadas.

En el Cuadro 43 A aparecen los datos enviados por personal técnico del Laboratorio de las royas de los cereales de la Universidad de Minnesota, MN, EUA, donde se puede observar las reacciones encontradas entre 36 variedades diferenciales utilizadas y las muestras de roya de la hoja colectadas de tejido enfermo enviado.

4. 2. 2. 2. Resultados de los muestreos enviados a la Universidad de Minnesota, MN, E. U: A: durante 1996.

En el Cuadro 40 se describen los resultados de las razas fisiológicas encontradas (que fueron 19) en los muestreos realizados durante el año 1996 en diferentes localidades del estado de Nuevo León, sobre diferentes genotipos estudiados a nivel experimental y comercial siguiendo el esquema propuesto por Chong, *et al.* (2000)

Cuadro 39. Resultado de los muestreos de campo realizados en avena durante 1995 en varias localidades del Estado de Nuevo León.

Localidad de colecta	Genotipo (Variedad) de donde se tomaron las muestras de roya de la hoja.	Raza fisiológica encontrada
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Guelatao	FHSL(59)
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Raramuri	DRLL
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Cusiuhuariachi	DRNL
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Cuauhtémoc	KLBJ
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Papigochi	DMDB
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Cuauhtémoc	CBBB
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Babicora	DPDB
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Paramo	CBGB
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Chihuahua	DNDB
Gral. Terán, N. L. El Carrizo	V. Cuauhtémoc (probable)	KQGL(59)
Marín, N. L. FAUANL	V. Coronado	NFBC
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Pampas	TJHL
Anáhuac, N. L.	V. Sin identificar	CLGB

En el Cuadro 43 A del Apéndice aparecen los datos enviados por personal técnico del Laboratorio de las royas de los cereales de la Universidad de Minnesota, MN, EUA, donde se pueden observar las reacciones encontradas entre 36 variedades diferenciales utilizadas y las muestras de roya de la hoja colectadas de tejido enfermo enviado.

Se puede observar que la raza fisiológica **DRNL** apareció en tres ocasiones durante los muestreos realizados en las localidades de prueba sobre todo considerando la región de General Terán, N. L. También la raza fisiológica **CBBB** apareció durante los muestreos de

1996 en dos ocasiones, en ambos casos, estos Biotipos se identificaron en Gral. Terán, en el Campo Agrícola Experimental del INIFAP.

Cuadro 40. Resultado de los muestreos de campo realizados en avena durante 1996, en varias localidades del Estado de Nuevo León.

Localidad de colecta	Genotipo (Variedad) de donde se tomaron las muestras de roya de la hoja.	Raza fisiológica encontrada
Santa María La Floreña, Pesquería, N. L.	Maleza (A. fatua)	SCDB
Marín, N. L. FAUANL	(G. no identificado)	DRNB
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Pampas	DRPL
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Cuauhtémoc	DRNL
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Papigochi	DHNL
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Raramurí	DTNB
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Chihuahua	DRNL
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Cusihuariachi	CBBB
Las Anacuas Gral. Terán, N. L.	Maleza (A. fatua)	JHLL
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Tarahumara	CBBB
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Babicora	NFBC
Santa María La Floreña, Pesquería, N. L.	Maleza (A. fatua)	FJBG
Las Anacuas Gral. Terán, N. L.	Maleza (A. fatua)	JBBB
Las Anacuas Gral. Terán, N. L.	Maleza (A. fatua)	CBNB
Las Anacuas Gral. Terán, N. L.	Maleza (A. fatua)	DRNL
Las Anacuas Gral. Terán, N. L.	Maleza (A. fatua)	CNBB
Santa María de Pesquería, Pesquería, N. L.	Maleza (A. fatua)	JBDD
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Coronado	DPBB
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Coronado	DPDB
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Juchitepec	BBBB
Las Anacuas Gral. Terán, N. L.	Maleza (A. fatua)	DBGB

4. 2. 2. 3. Resultados de los muestreos enviados a la Universidad de Minnesota, MN,

E. U: A: durante 1997.

En el Cuadro 41 se describen los resultados de las razas fisiológicas encontradas en los muestreos realizados durante el año 1997 en diferentes localidades del estado de Nuevo León, sobre diferentes genotipos estudiados a nivel experimental y comercial siguiendo el esquema

propuesto por Chong, *et al.* (2000) lo comprueba en estudios hechos con roya de la hoja en avena (virulencia / avirulencia) realizados en Canadá y otros países de América.

Cuadro 41. Resultado de los muestreos de campo realizados en avena durante 1997 en varias localidades del Estado de Nuevo León sobre 46 genotipos diferentes.

.LOCALIDAD DE COLECTA	Genotipo (Variedad) de donde se tomaron las muestras de roya de la hoja.	Raza fisiológica encontrada
Marín, N. L. FAUANL	G. Sel.12 Q.O. N.	QBFL
Santa María La Floreña, Pesquería, N. L.	Maleza (A. fatua)	QLBB
Marín, N. L. FAUANL	G. MN 61	QLCB
Marín, N. L. FAUANL	G. MN 76	BMMB
Marín, N. L. FAUANL	Genotipo no identificado	BJBL
Marín, N. L. FAUANL	G. MN 67	QLFB
Marín, N. L. FAUANL	G. MN 94	BBNB
Marín, N. L. FAUANL	G. L- 170 Q.O.N.	BDBL
Marín, N. L. FAUANL	G. MN 18	JJPL
Marín, N. L. FAUANL	Genotipo no identificado	QQCQ
Marín, N. L. FAUANL	V. Tarahumara	BJCL
Marín, N. L. FAUANL	V. Paramo	BQCQ
Marín, N. L. FAUANL	V. Guelatao	BLBQ
Marín, N. L. FAUANL	V. Cuauhtémoc	QLMG
Marín, N. L. FAUANL	V. Cusihuariachi	BLCL
Marín, N. L. FAUANL	V. Raramuri	BPLQ
Marín, N. L. FAUANL	V. Babicora	BDBL
Marín, N. L. FAUANL	G. L- 135 Q.O.N.	LMLB
Marín, N. L. FAUANL	V. Furgon	QLML
Marín, N. L. FAUANL	G. L-17 MN	QMLG
Marín, N. L. FAUANL	V. Papigochí	BHCL
Marín, N. L. FAUANL	V. Tamo	QLML
Marín, N. L. FAUANL	G. MN 82	QMBB
Marín, N. L. FAUANL	G. L- 225 Q.O.N.	BMLG
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Tam-o- 386	QLLL
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Tarahumara	LCMG
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Cusihuariachi	BBBG
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Coker	BLBG
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Cuauhtémoc	BGMB
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Pampas	BDGC
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Juchitepec	BJCB
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Furgon	BPLB
Gral. Terán, N. L. INIFAP	G. L- 225 Q.O.N.	BL??
Gral. Terán, N. L. INIFAP	G. L- 170 Q.O.N.	QLBD
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Babicora	BDMG
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Raramuri	BLLG
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Coronado	GLLG
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Chihuahua	BGCL
Gral. Terán, N. L. INIFAP	G. L- 164 Q.O.N.	QLLB
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Guelatao	BNNG
Gral. Terán, N. L. INIFAP	Genotipo no identificado	BGBB
Gral. Terán, N. L. INIFAP	G. L- 135 Q.O.N.	BLLG
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Paramo	BGCC
Gral. Terán, N. L. INIFAP	V. Coker	GNLG

En el Cuadro 44 A del Apéndice aparecen los datos enviados por personal técnico del Laboratorio de las royas de los cereales de la Universidad de Minnesota, MN, EUA, donde se pueden observar las reacciones encontradas entre 36 variedades diferenciales utilizadas y las muestras de roya de la hoja colectadas de tejido enfermo enviado, se identificaron un total de 41 razas fisiológicas.

Se puede observar que las razas fisiológicas **BDBL** y **QLML** aparecieron en dos ocasiones cada una durante los muestreos realizados en la localidad de Marín, N. L. de la FAUANL. Considerando la región de General Terán, N. L., también la raza fisiológica **BLLG** apareció en dos ocasiones; en ambos casos, estos Biotipos se identificaron en el Campo Agrícola Experimental del INIFAP en Gral. Terán, N. L.

Si comparamos la razas de roya de la hoja encontradas en las pruebas, podemos concluir que se presentó mucha diferencia entre las razas en cada año y en cada localidad, sin embargo las razas fisiológicas **DRNL.**, **CBBB** y **DPDB** se presentaron en Gral. Terán N. L. durante los años 1995 y 1996 y en total durante los tres años se presentaron un total de 70 diferentes razas fisiológicas.

4. 3. Experimentos establecidos para cumplir con el objetivo específico 3.

En este apartado se describen los resultados de los seis experimentos desarrollados para lograr la formación de callo *in vitro*.

4. 3. 1. Experimentos de cultivo *in vitro* de tejidos vegetales de avena (*Avena sativa* L.) para obtener callo *in vitro*.

Experimento 1: Efecto de la acción de seis medios de cultivo para la formación de callo *in vitro*, utilizando como explante semilla de avena (*Avena sativa* L.) de dos variedades comerciales Inv. 94-95.

Los análisis de varianza para las variables: % de sobrevivencia, % de contaminación y % de formación de callo resultaron con diferencias significativas ($p \leq 0.05$) y altamente significativas ($p \leq 0.01$) para algunos de los efectos. En el Cuadro 42 se observan los resultados del ANVA para las variables mencionadas separando los resultados por efectos principales. Al descomponer los efectos principales (A = medios de cultivo, B = variedades e Interacción AxB), se observó que para la variable porcentaje de sobrevivencia, solo se encontró significancia estadística para el efecto de Interacción, para la variable % de Contaminación solo se observó significancia estadística para el efecto de Interacción y para la variable % de formación de Callo se observó alta significancia estadística para el Efecto de A (medios de Cultivo).

En el Cuadro 43 se observan las comparaciones de medias para el efecto de Interacción (A X B) se observa que el tratamiento superior según la comparación de medias en el porcentaje de sobrevivencia, fue el tratamiento cinco (con $0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 2,4-D y $0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ANA), sin embargo los tratamientos 12, 1, 4 y 6 son iguales estadísticamente para el resultado de esta variable; en porcentaje de contaminación el tratamiento más bajo fue también el cinco.

Cuadro 42. Resultados de análisis de varianza del experimento de cultivo *in vitro* de avena, separando los resultados por efectos principales (A = variedades, B = medios de cultivo e Interacción). Para las variables: % de sobrevivencia, % de contaminación y % de formación de callo.

Variable	Cuadrado Medio				Error	Coeficiente de Variación %
	Factor			Error		
	A	B	Int.(AXB)			
% de Sobrevivencia	97.73 N.S	138.45 N.S	143.99*	46.79	11.36	
% de Contaminación	101.06 N.S	75.85 N.S	154.87*	53.22	25.61	
% de Formación de callo	282.22**	5.66 N.S	19.26 N.S	73.67	103.44	

l= Efecto de Interacción A X B, *=significancia estadística (p=0.05), **= alta significancia estadística (p=0.01) y N. S. = No significativo estadísticamente.

Cuadro 43. Medias para la comparación de 12 tratamientos resultantes de la combinación medio de cultivo por variedad para las variables porcentaje de sobrevivencia, porcentaje de contaminación y porcentaje de formación de callo.

Tratamiento	Reguladores del Crecimiento *2,4-D y **A. N. A. mg l ⁻¹	Medios de Cultivo	Variedad	% de Sobrevivencia	% de Contaminación	% de Formación de Callo
5	0.2 +0.2	5	1	86 a	12 b	4 a
12	0.4+0.2	6	2	82 ab	16 ab	8 a
1	0.1+0.1	1	1	80 abc	20 ab	2 a
4	0.1+0.2	4	1	80 abc	20 ab	2 a
6	0.4+0.2	6	1	78 abcd	22 a	8 a
8	0.2+0.1	2	2	76 bcd	24 a	6 a
7	0.1+0.1	1	2	70 bcd	26 a	0 a
10	0.1+0.2	4	2	70 bcd	30 a	2 a
3	0.4+0.1	3	1	68 cd	30 a	6 a
9	0.4+0.1	3	2	68 cd	28 a	8 a
11	0.2+0.2	5	2	68 cd	30 a	2 a
2	0.2+0.1	2	1	66 d	30 a	6 a

Valores con la misma letra son iguales estadísticamente DMS 0.05 de probabilidad

* Acido 2,4- diclorofenoxiacético. **Acido Naftalenoacético, Variedad 1 = Cuauhtémoc y Variedad 2 = Coronado

En el porcentaje de formación de callo los tratamientos más altos fueron el seis, nueve y doce con un ocho por ciento.

Para la comparación de medias del efecto de A (medios de Cultivo) en la variable % formación de callo se observa en el Cuadro 45A donde se puede revisar que el medio de cultivo 6 alcanzó los mayores valores numéricos seguido por los medios 3 y 2

El resultado obtenido para el % de sobrevivencia donde los mejores resultados se dieron con la Combinación de 0.2 mg L^{-1} de 2,4-D y $0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de A. N. A. que da una combinación favorable de dos auxinas en baja concentración para estimular la formación de callo in vitro colocado los tejidos a la luz en baja intensidad durante varios días. Esto coincide con lo establecido por Pérez *et al.*, (1999) quienes mencionan que al inicio del cultivo es conveniente colocar los tejidos a la obscuridad (Hurtado y Merino, 1987).

Experimento 2: Prueba de desinfección de dos tipos de explante (semilla y hojas) de dos variedades comerciales de avena usando tres concentraciones de hipoclorito de sodio y tres tiempos de inmersión. Verano 1995.

Se realizó el análisis estadístico para las variables % de sobrevivencia, % de oxidación y % de contaminación; a continuación se dan los resultados de significancia por variable y por efectos, en el Cuadro 44 se observan los resultados del ANVA para los dos tipos de explante (Semilla y hojas) y las variables mencionadas separando los resultados por efectos principales. Al descomponer los efectos principales: A = Conc. de Hipoclorito de Sodio, B = Tiempo de

Inmersión, C = Variedades, Interacción A x B (Conc. de Hipoclorito de Sodio x Tiempo de Inmersión), Interacción A x C (Conc. de Hipoclorito de Sodio x Variedad), Interacción B x C (Tiempo de Inmersión x variedad) e Interacción A x B x C (Conc. de Hipoclorito de Sodio x Tiempo de Inmersión x Variedad), los resultados tienden a interpretarse de una manera más veraz, a continuación se describen los efectos con significancia estadística por tipo de explante y por variable estudiada: (Cuadro 44)

Semilla: % de sobrevivencia: Para esta variable el único efecto que tuvo significancia estadística fue el A (Conc. de Hipoclorito de Sodio).

% de Oxidación: Para esta variable no se presentaron mediciones.

% de Contaminación: Para esta variable el único efecto que tuvo significancia estadística fue el A (Conc. de Hipoclorito de Sodio).

Discos de Hoja: % de Sobrevivencia: Para esta variable los efectos que presentaron significancia estadística fueron: el A (Conc. de Hipoclorito de Sodio), el B (Tiempo de Inmersión), y la Interacción A x B (Conc. de Hipoclorito de Sodio x Tiempo de Inmersión).

% de Oxidación: Para esta variable los efectos que presentaron significancia estadística fueron: A (Conc. de Hipoclorito de Sodio), B (Tiempo de Inmersión), B x C (Tiempo de Inmersión x Variedad) y A x B x C (Conc. de Hipoclorito de Sodio x Tiempo de Inmersión x Variedad).

% de Contaminación: Para esta variable el único efecto que tuvo significancia estadística fue el de Interacción A x C (Conc. de Hipoclorito de Sodio x Var).

En el Cuadro 44, se aprecian los resultados del ANVA para las variables estudiadas en ambos tipos de explante.

En el cuadro 45, se aprecian las comparaciones de medias de cada ensayo en las tres variables estudiadas.

Cuadro 44. Resultados de Análisis de Varianza del experimento de cultivo in vitro de semillas y hojas de avena . Para las variables: % de sobrevivencia, % de oxidación y % de contaminación.

Variable	Cuadrado Medio								Error	Coeficiente de Variación %
	A	B	C	Factor						
				Int.(AXB)	Int.(AXC)	Int.(BXC)	Int.(AXBXC)			
% de Sobrevivencia(S)	1424.74 *	99.70 ^{N. S}	1258.78 ^{N. S}	87.05 ^{N. S}	171.10 ^{N. S}	142.07 ^{N. S}	149.01 ^{N. S}	442.57	35.87	
% de Contaminación(S)	1424.71 *	99.66 ^{N. S}	1258.72 ^{N. S}	87.07 ^{N. S}	171.12 ^{N. S}	142.10 ^{N. S}	148.99 ^{N. S}	442.57	67.06	
% de Sobrevivencia(H)	1640.95 **	1233.95*	28.12 ^{N. S}	674.81*	618.88 ^{N. S}	93.37 ^{N. S}	228.41 ^{N. S}	263.11	33.52	
% de Oxidación(H)	4063.88**	641.74*	515.09 ^{N. S}	82.15 ^{N. S}	79.45 ^{N. S}	770.16*	428.05 *	154.09	95.96	
% de Contaminación(H)	59.53 ^{N. S}	261.74 ^{N. S}	799.13 ^{N. S}	343.47 ^{N. S}	975.38*	452.58 ^{N. S}	51.08 ^{N. S}	277.83	50.88	

Int.= Efectos de Interacción A X B, AXC, BXC y AXBXC, *=significancia estadística (p=0.05), **= alta significancia estadística (p=0.01) y N. S. = No significativo estadísticamente. No se anoto la variable % de Oxidación en semilla pues no se presento

Para el **tipo de explante: semilla** las variables % de sobrevivencia y % de Contaminación solo registraron significancia estadística para el efecto A (Conc. de Hipoclorito de Sodio), la comparación de medias para este efecto aparece en el Cuadro 46A, que para la variable % de sobrevivencia los mayores valores numéricos fueron obtenidos por la concentración de 0.9% de Hipoclorito de sodio con un 65.47 % de sobrevivencia, mientras que para la variable % de Contaminación la concentración de 0.6% de Hipoclorito de Sodio dio el valor numerico más alto de Contaminación (39.71%).

Para el tipo de **explante: discos de hojas** (Cuadro 46A): para la variable % de sobrevivencia se presento alta significancia estadística para el efecto A se observa que el mayor % de sobrevivencia (54.08 %) se obtuvo con la concentración de 0.6% de Conc. de hipoclorito de sodio, para el efecto B se encontró significancia estadística en donde el mayor % de sobrevivencia (55.80 %) se encontró con el menor tiempo de inmersión (10 min.)

(Cuadro 46A). También se encontró significancia estadística para el efecto de Interacción A X B (Conc. de Hipoclorito de Sodio X Tiempo de Inmersión) el mayor porcentaje de sobrevivencia (64.33%) se encontró cuando se combinaron una concentración de hipoclorito de sodio de 0.6% y un tiempo de inmersión de 15 minutos.

Para la variable % de Contaminación solo se presentó significancia estadística para el efecto de Interacción AXC, los valores numéricos superiores de contaminación fueron alcanzados con la menor concentración de hipoclorito de sodio (0.6%) y la variedad Cuauhtémoc (41.91%) que tuvo igualdad estadística con el tratamiento que utilizó la concentración intermedia de hipoclorito de sodio (0.9%) y la variedad Cuauhtémoc (35%) (Cuadro 46A).

Para la variable % de Oxidación se presentó significancia estadística (Cuadro 46A) para varios efectos, para el efecto A (Concentración de hipoclorito de sodio) se observó que el mayor % de oxidación (27.84%) se obtuvo con la mayor concentración de hipoclorito de sodio (1.2%), para el efecto B (Tiempo de Inmersión) se encontró que el mayor % de oxidación (18.03%) se alcanzó con el mayor tiempo de inmersión (20 minutos), con igualdad estadística al valor obtenido (13.07%) por el tiempo de inmersión intermedio (15 minutos), para el efecto de interacción B x C (Tiempo de Inmersión X Variedad) el mayor valor numérico de % de oxidación (27.21%) con significancia estadística fue alcanzado por el tratamiento con el mayor tiempo de inmersión (20 minutos) y al utilizar la variedad Coronado, esto quiere decir que al hacer la desinfección con hipoclorito de sodio al tardar más tiempo y al utilizar la variedad Coronado se tuvieron más efectos negativos de oxidación. El efecto de Interacción A x B x C (Conc. de hipoclorito de sodio x Tiempo de Inmersión x Variedad) se observa en el

Cuadro 45 y se vio claramente que los mayores valores numéricos fueron alcanzados (40% de Oxidación) al combinar una concentración de hipoclorito de sodio de 1.2% con un tiempo de inmersión de 20 minutos y al utilizar la variedad Coronado y se obtuvo el mismo valor numérico (40% con igualdad estadística) cuando se uso la misma concentración de hipoclorito de sodio (1.2%) y variedad (Coronado) pero con un tiempo de inmersión de 15 minutos.

Cuadro 45. Comparación de medias de tratamientos, considerando los ensayos realizados en discos de hoja y semillas, sobre tres variables cuantificadas. Verano 1995.

Trat.	Concentración de Hipoclorito de Sodio %	Tiempo Inmersión Minutos	Var.	% de Contaminación		% de Oxidación		% de Supervivencia	
				Semilla	Hoja	Semilla	Hoja	Semilla	Hoja
1.	0.6	10	1	40 a	40 a	0 a	0 d	60 a	60 a
2.	0.9	10	1	40 a	20 a	0 a	0 d	60 a	80 a
3.	1.2	10	1	40 a	40 a	0 a	20 bc	60 a	60 a
4.	0.6	15	1	60 a	40 a	0 a	0 d	40 a	60 a
5.	0.9	15	1	20 a	40 a	0 a	20 bc	80 a	40 a
6.	1.2	15	1	40 a	60 a	0 a	20 bc	60 a	40 a
7.	0.6	20	1	20 a	40 a	0 a	0 d	60 a	40 a
8.	0.9	20	1	40 a	40 a	0 a	0 d	80 a	60 a
9.	1.2	20	1	40 a	20 a	0 a	20 bc	60 a	40 a
10.	0.6	10	2	20 a	40 a	0 a	0 d	60 a	80 a
11.	0.9	10	2	20 a	20 a	0 a	0 d	80 a	60 a
12.	1.2	10	2	40 a	20 a	0 a	20 bc	80 a	60 a
13.	0.6	15	2	20 a	40 a	0 a	0 d	60 a	80 a
14.	0.9	15	2	20 a	40 a	0 a	0 d	80 a	20 a
15.	1.2	15	2	40 a	20 a	0 a	40 ab	60 a	40 a
16.	0.6	20	2	20 a	20 a	0 a	20 bc	60 a	40 a
17.	0.9	20	2	20 a	20 a	0 a	20 bc	80 a	60 a
18.	1.2	20	2	40 a	40 a	0 a	40 ab	80 a	20 a

Valores unidos con la misma letra son iguales estadísticamente, porcentajes analizados con el ajuste $\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$. Variedad 1 = Cuauhtémoc y Variedad 2 = Coronado

En forma general, al revisar los datos numéricos para la variedad Cuauhtémoc los porcentajes de contaminación más bajos se obtuvieron con el tratamiento de 0.9 % de hipoclorito de sodio con 15 y 20 min. de tiempos de inmersión; mientras que para la variedad

Coronado, también se obtuvieron altos % de sobrevivencia con hipoclorito de sodio al 0.9 % con 10, 15 y 20 minutos de tiempos de inmersión.

Pérez *et al.*, (1999) mencionaron al blanqueador comercial como uno de los agentes esterilizantes de tejidos vegetales más eficientes para el trabajo *in vitro* que aunque es reportado como altamente tóxico, da excelentes resultados al eliminar la contaminación ocasionada por microorganismos presentes en los tejidos del explante antes de ser colocado en el medio *in vitro*.

Experimento 3: Cultivo *in vitro* de discos de hoja de avena (*Avena sativa* L.), de dos variedades, en tres diferentes medios de cultivo. Marín, N. L. Verano 1995.

Se realizó el análisis estadístico para las variables % de sobrevivencia y % de formación de callo, a continuación se dan los resultados de significancia por variable y por efectos principales (A, B e Interacción AxB), estos resultados se observan en el Cuadro 46.

En el Cuadro 47A aparecen los resultados de comparación de medias por variable: para la variable % de sobrevivencia solo se presentó significancia estadística para el efecto B (Medio de Cultivo), se observó que el mayor % de sobrevivencia (45.00 %) se obtuvo con el medio de cultivo tres (0.4 mgL⁻¹ de 2, 4-D). Para la variable % de Formación de callo solo se presentó significancia estadística para el efecto B (Medio de Cultivo), revisando el Cuadro 47A se pudo observar que el mayor % de formación de callo (32.70%) se alcanzó con el medio de cultivo tres ((0.4 mgL⁻¹ de 2, 4-D) el valor encontrado fue diferente estadísticamente al resto de valores numéricos.

Cuadro 46. Resultados de análisis de varianza del experimento de cultivo *in vitro* de discos de hoja de dos variedades de avena bajo la acción de tres medios de cultivo, separando los resultados por efectos principales (A= variedades, B = medios de cultivo e Interacción). Para las variables: % de sobrevivencia y % de formación de callo.

Variable	Cuadrado Medio				Error	Coeficiente de Variación %
	Factor			Int.(AXB)		
	A	B				
% de Sobrevivencia	143.20 N.S	968.35*	57.82 N.S		249.29	51.95
% de Formación de callo	75.56 N.S	2139.45*	75.56 N.S		24.43	45.35

1= Efecto de Interacción A X B, *=significancia estadística (p=0.05), **= alta significancia estadística (p=0.01) y N. S. = No significativo estadísticamente.

En el Cuadro 47 se pueden observar la comparación de datos numéricos para las variables % de formación de callo y % de sobrevivencia considerando el efecto de Interacción sin significancia estadística.

El porciento de contaminación no se considero en el Cuadro de resultados pero fue un 20 porciento.

Cuadro 47. Comparación de medias para las variables % de sobrevivencia y % de formación de callo en discos de hoja cultivados *in vitro* de dos variedades de avena en tres diferentes medios de cultivo.

Tratamiento	Variedad	Medio de Cultivo (2, 4-D)	% de Sobrevivencia	% de Formación de Callo
1	1	*1 (0.1 mg l^{-1})	20 a	0 a
2	1	*2 (0.2 mg l^{-1})	20 a	0 a
3	1	*3 (0.4 mg l^{-1})	40 a	20 a
4	2	1 (0.1 mg l^{-1})	20 a	0 a
5	2	2 (0.2 mg l^{-1})	20 a	0 a
6	2	3(0.4 mg l^{-1})	60 a	40 a

* MC₁ con 0.1 mg l^{-1} de 2,4-D, MC₂ con 0.2 mg l^{-1} de 2,4-D y MC₃ con 0.4 mg l^{-1} de 2,4-D. ** Medias con la misma letra son iguales estadísticamente. *** Variedades Comerciales utilizadas Var 1= Cuahtémoc y Var 2= Coronado.

Se puede observar que los resultados más sobresalientes se lograron con el medio de cultivo 3 (0.4 mg L^{-1} de 2, 4-D), para ambas variedades bajo estudio. La variedad Coronado tuvo una mejor respuesta para la formación de callo *in vitro*. Estos resultados son muy semejantes a los obtenidos en trigo para formación de callo *in vitro* donde se han obtenido resultados utilizando también 2,4-D pero en una concentración mayor pues utiliza 2.0 mg L^{-1} , para una fase de iniciación de callo. Al pasarlo a una fase de multiplicación, se dio la necesidad de utilizar un nuevo medio de cultivo en periodos cortos. Los callos resultantes fueron sometidos a una fase de regeneración de plantas con resultados excelentes reemplazando el 2,4-D por ácido indolacético (0.5 mg L^{-1}) y bencil amino purina (1 mg L^{-1}) (Akbar y Nabors, 1991).

Experimento 4: Cultivo *in vitro* de dos variedades de avena (Cuauhtémoc y Coronado) susceptibles a la roya de la corona, usando cuatro tipos de explante y tres medios de cultivo, Marín, N. L. Inv. 95-96.

Los ensayos 1 y 2 (con endospermos y anteras respectivamente) no presentaron sobrevivencia al cultivo *in vitro*

Se realizó el análisis estadístico separando los dos tipos de explante para las variables % de sobrevivencia, y % de formación de callo; a continuación se dan los resultados de significancia por variable y por efectos, en el Cuadro 48 se observan los resultados del ANVA para los dos tipos de explante estudiados (embriones y ovarios) y las variables mencionadas separando los resultados por efectos principales (A, B, e Interacción).

Para el explante **embriones**: Para las variables % de sobrevivencia y % de formación de callo no se presentó significancia estadística para ninguno de los efectos principales analizados en el Cuadro 49 aparecen los datos numéricos de interacción comparados, para las dos variables estudiadas de este explante.

Para el explante **ovarios**: en la variable % de sobrevivencia solo se presentó significancia estadística para el efecto B (Medios de cultivo), donde el medio de cultivo 3 (6.0 mg. l⁻¹ de 2, 4-D) fue el que dió el mayor % de sobrevivencia (32.78%) y fue diferente estadísticamente al resto (Cuadro 48A).

Para la variable % de formación de callo se presentó alta significancia estadística para los efectos B (Medios de cultivo) e Interacción (A x B). En el Cuadro 48A aparecen los resultados de comparación de medias para el efecto B, donde el medio de cultivo 3 (6.0 mg. l⁻¹ de 2, 4-D) obtuvo el mayor % de sobrevivencia (32.78%) siendo diferente estadísticamente al resto de tratamientos comparados. Para el efecto de Interacción (A x B) se puede observar que los mayores valores numéricos se alcanzaron al cultivar *in vitro* la variedad 1 (Cuauhtémoc) en el medio de cultivo 3 (6.0 mg. l⁻¹ de 2, 4-D) alcanzando un valor de un 40.0% de formación de callo, siendo diferente estadísticamente al resto de tratamientos comparados (Cuadro 50).

Se puede observar que los resultados más sobresalientes se obtuvieron con el medio de cultivo 3 (6.0 mg. l⁻¹ de 2, 4-D) para ambas variables bajo estudio.

En el cuadro 50 se puede observar los resultados obtenidos para el ensayo 4 (cultivo *in vitro* de ovarios) y apreciar la comparación de medias para las variables % de sobrevivencia y % de formación de callo *in vitro*.

Cuadro 48. Resultados de Análisis de Varianza del experimento de cultivo *in vitro* de embriones y ovarios de avena. Para las variables: % de sobrevivencia y % de formación de callo.

Variable	Cuadrado Medio			Error	Coeficiente de Variación %
	A	Factor B	Int.(AXB)		
% de Sobrevivencia(E)	772.37 ^{N. S}	228.21 ^{N. S}	212.37 ^{N. S}	255.09	42.11
% de Formación de callo(E)	7.52 ^{N. S}	456.18 ^{N. S}	47.67 ^{N. S}	285.22	59.56
% de Sobrevivencia(O)	193.08 ^{N. S}	2806.72 ^{**}	106.66 ^{N. S}	112.43	57.65
% de Formación de callo(O)	61.06 ^{N. S}	2802.25 ^{**}	714.49 ^{**}	77.95	95.96

Efecto A (variedades), Efecto B(Medios de cultivo), Int.= Efectos de Interacción A X B. *=significancia estadística (p=0.05), **= alta significancia estadística (p=0.01) y N. S. = No significativo estadísticamente. E= Embriones y O= Ovarios.

Cuadro 49: Comparación de medias para las variables % de sobrevivencia y % de formación de callo *in vitro* en embriones cultivados *in vitro* de dos variedades de avena en tres medios de cultivo.

Tratamiento	% de sobrevivencia	% de formación de callo
1 (var 1 x medio 1*)	40a	20a
2 (var 1 x medio 2**)	40a	20a
3 (var 1 x medio 3***)	60a	40a
4 (var 2 x medio 1*)	20a	20a
5 (var 2 x medio 2**)	40a	20a
6 (var 2 x medio 3***)	40a	40a

Var. 1 = Cuauhtémoc y Var. 2 = Coronado.

*Medio 1=MS+ Constituyentes+1.5 mg. l⁻¹ de 2,4-D

**Medio 2=MS+ Constituyentes+3.0 mg. l⁻¹ de 2,4-D

***Medio 3= MS+ Constituyentes+6.0 mg. l⁻¹ de 2,4-D

Medias con la misma letra son iguales estadísticamente.

**** Cada tratamiento se constituyó por 5 unidades y cada una de un frasco con medio de cultivo y 2 embriones cultivados *in vitro* con sus caras internas expuestas sobre el medio de cultivo.

Cuadro 50: Comparación de medias para las variables % de sobrevivencia y % de formación de callo en ovarios cultivados *in vitro* de dos variedades de avena en tres diferentes medios de cultivo.

Tratamiento	% de sobrevivencia	% de formación de callo
1 (var 1 x medio 1*)	0 a	0 c
2 (var 1 x medio 2**)	20 a	0 c
3 (var 1 x medio 3***)	40 a	40 a
4 (var 2 x medio 1*)	0 a	0 c
5 (var 2 x medio 2**)	20 a	20 b
6 (var 2 x medio 3***)	20 a	20 b

Var. 1 = Cuauhtémoc y Var. 2 = Coronado.

*Medio 1=MS+ Constituyentes+1.5 mg. l⁻¹ de 2,4-D, **Medio 2=MS+ Constituyentes+3.0 mg. l⁻¹ de 2,4-D

***Medio 3= MS+ Constituyentes+6.0 mg. l⁻¹ de 2,4-D

Medias con la misma letra son iguales estadísticamente. **** Cada tratamiento se constituyó por 5 unidades y cada una de un frasco con medio de cultivo y 2 ovarios cultivados *in vitro* con sus caras internas expuestas sobre el medio de cultivo.

Se puede observar que los resultados más sobresalientes se obtuvieron con el medio de cultivo 3 (6.0 mg. L⁻¹ de 2-4 D) para ambas variables bajo estudio y la variedad Cuauhtémoc tuvo una mejor respuesta para la formación de callo *in vitro*. Se puede observar la respuesta a la formación de callo utilizando cantidades altas de 2,4-D de acuerdo a lo establecido por Barba (1987), quién explicó que existen rangos para el uso de esta hormona sintética sin embargo para iniciación se requieren de cantidades altas para favorecer una mayor división celular y formación de callos friables con capacidad para la multiplicación *in vitro*.

Experimento 5: Cultivo *in vitro* de embriones de dos variedades de avena en seis medios de cultivo para favorecer la formación de callo *in vitro*, Marín, N. L. Verano 1996.

Se realizó el análisis estadístico y se encontró alta significancia estadística ($p \leq 0.01$), para las variables % de sobrevivencia, % de formación de callo y % de contaminación. En el Cuadro 51, se aprecian los resultados del ANVA para las variables ya mencionadas, se dan los

resultados de significancia por variable y por efectos principales (A, B e Interacciones AxB, AxC, BxC y AxBxC).

Para la variable **% de sobrevivencia** se presento alta significancia estadística ($p \leq 0.01$) para los efectos A (Variedades) , B (Niveles de 2,4-D) e Interacción AxBxC y para el efecto C (Niveles de Kinetina) se presento significancia estadística ($p \leq 0.05$).

A continuación se describen los resultados (Cuadro 49A) por efecto principal, para el efecto de A se observo que el mayor % de sobrevivencia (30.39 %) se obtuvo con la variedad Cuauhtémoc que fue diferente estadísticamente a la variedad Coronado. Para el efecto B se encontró que el mayor % de sobrevivencia (38.89%) fue obtenido por el la máxima concentración de 2, 4-D (6.0 mg. L⁻¹), que fue diferente estadísticamente al resto de concentraciones de 2,4-D. Para el efecto C (Concentración de Kinetina) los mayores valores de % de sobrevivencia (27.85%)y con diferencia estadística fueron alcanzados por la menor concentración de este regulador (0.0 mg. L⁻¹)(Cuadro 49A). En el efecto de Interacción (AxBxC) (Cuadro 52) donde el mayor % de sobrevivencia (60.00 %) se encontró con el medio de Cultivo 3 (con 6.0 mg. L⁻¹ de 2,4-D y 0.0 mg. L⁻¹ de Kinetina) al cultivar *in vitro* la variedad Cuauhtémoc.

Para la variable **% de formación de callo** se presento alta significancia estadística ($p \leq 0.01$) para los efectos A (Variedades) , B (Niveles de 2,4-D), Interacción AxB, Interacción BxC e Interacción AxBxC.

En el Cuadro 49A se observan los resultados por efecto principal: para el efecto de A (variedades) se observó que el mayor % de formación de callo (14.89%) se obtuvo con la variedad Cuauhtémoc que fue diferente estadísticamente a la otra variedad a prueba. Para el efecto B se encontró que el mayor % de formación de callo (28.28%) fue obtenido por la máxima concentración de 2, 4-D (6.0 mg. L^{-1}), que fue diferente estadísticamente al resto de tratamientos con ese regulador.

En el efecto de Interacción A X B (Variedad x Conc. de 2,4-D) (Cuadro 49A) se encontró que los mayores valores de % de formación de callo (31.39%) y con diferencia estadística al resto de tratamientos fueron alcanzados cuando se combinó el cultivo *in vitro* de la variedad Cuauhtémoc y la máxima concentración de 2,4-D (6.0 mg. L^{-1}). Para el efecto de Interacción B x C (Cuadro 49A) se observó que los mayores valores y con significancia estadística (32.78%) de % de formación de callo fueron alcanzados al combinar la máxima concentración de 2,4-D (6.0 mg. L^{-1}) y la menor concentración de Kinetina (0.0 mg. L^{-1}). Para el efecto de Interacción de AxBxC los mayores valores (40.0% de formación de callo) numéricos y con diferencia estadística fueron alcanzados al cultivar *in vitro* la variedad Cuauhtémoc con una concentración de 6.0 mg. L^{-1} de 2,4-D y de 0.0 mg. L^{-1} de Kinetina (Cuadro 52).

Para la variable **% de contaminación** se presentó alta significancia estadística ($p \leq 0.01$) solo para el efecto A (Variedades). Para el efecto A los mayores valores de % de contaminación fueron alcanzados por la variedad Coronado (47.03%), estos valores fueron diferentes estadísticamente a los de la variedad Cuauhtémoc.

En el Cuadro 52, se pueden observar los resultados obtenidos para este experimento y apreciar la comparación de medias para las variables % de sobrevivencia y % de formación de callo *in vitro* (efecto de Interacción AxBxC). También se observan los datos numéricos comparados en la variable % de Contaminación.

Cuadro 51. Resultados de Análisis de Varianza del experimento de cultivo *in vitro* de embriones de avena. Para las variables: % de sobrevivencia, % de formación de callo y % de contaminación.

Variable	Cuadrado Medio								Error	Coeficiente de Variación %
	A	B	C	Factor						
				Int.(AXB)	Int.(AXC)	Int.(BXC)	Int..(AXBXC)			
% de sobrevivencia	2159.98 **	3163.09**	719.52**	0.18 N. S	222.89N. S	201.47N. S	1007.31**	151.41	50.44	
% de formación de callo	633.87**	.4374.45**	30.53N. S	220.73**	83.02 N. S	628.12**	496.16**	40.58	54.72	
% de Contaminación	976.88**	66.96N. S	248.79N. S	64.51N. S	239.67N. S	62.25N. S	59.92 N. S	97.77	22.94	

Int.= Efectos de Interacción A X B, AXC, BXC y AXBXC, *=significancia estadística (p=0.05), **= alta significancia estadística (p=0.01) y N. S. = No significativo estadísticamente. No se anoto la variable.

Cuadro 52. Comparación de medias de las variables % de sobrevivencia, % de formación de callo y % de contaminación en embriones maduros cultivados *in vitro* de dos variedades de avena en seis medios de cultivo.

Tratamiento *	% de Sobrevivencia	% de Formación de Callo	% de Contaminación
1 (Var 1 x MC ₁)	20b	0c	40 a
2 (Var 1 x MC ₂)	20b	0c	40 a
3 (Var 1 x MC ₃)	60a	40a	40 a
4 (Var 1 x MC ₄)	20b	20b	40 a
5 (Var 1 x MC ₅)	20b	0c	40 a
6 (Var 1 x MC ₆)	40ab	20b	40 a
7 (Var 2 x MC ₁)	20b	0c	60 a
8 (Var 2 x MC ₂)	20b	0c	60 a
9 (Var 2 x MC ₃)	20b	20b	60 a
10 (Var 2 x MC ₄)	0c	0c	60 a
11 (Var 2 x MC ₅)	0c	0c	40 a
12 (Var 2 x MC ₆)	40ab	20b	40 a

*Medios de Cultivo: MC₁=1.5 mg. I¹ de 2-4 D+ 0 mg. I¹ de Kinetina; MC₂=3.0 mg. I¹ de 2-4 D+0 mg. I¹ de Kinetina; MC₃= 6.0 mg. I¹ de 2,4-D+ 0 mg. I¹ de Kinetina; MC₄= 1.5 mg. I¹ de 2-4 D+1.0 mg. I¹ de Kinetina; MC₅=3.0 mg. I¹ de 2-4 D+1.0 mg. I¹ de Kinetina; MC₆= 6.0 mg. I¹ de 2,4-D+1.0 mg. I¹ de Kinetina. Var. 1 = Cuauhtémoc y Var. 2 = Coronado.

Cada tratamiento se constituyo de 5 unidades experimentales y cada una de un frasco con medio de cultivo con dos embriones.

Se puede observar que los resultados más sobresalientes se obtuvieron al utilizar 2, 4 - D sin kinetina pues se obtuvo un 60 % de sobrevivencia y un 40 % en la formación de callo. La variedad con mejor respuesta fue la variedad Cuauhtémoc. Los porcentajes de contaminación fueron muy altos para este experimento, pues en la mayoría de los tratamientos se rebasó un 40 % y esto afecto negativamente la sobrevivencia y la formación de callo. Merino (1987) recomendó aumentar la eficiencia de desinfección con el uso de blanqueadores comerciales utilizando un detergente como el Tween 20, para romper el efecto de la tensión superficial, de esa manera se reduce en forma considerable la contaminación. Incluso se pueden utilizar dos productos desinfectantes diferentes, que podrían ser el utilizar además del blanqueador, alcohol etílico al 70% durante 30 segundos, posteriormente enjuagando con agua destilada estéril.

Experimento 6: Cultivo *in vitro* de embriones maduros de avena (*Avena sativa* L.) para la formación de callo, de tres variedades comerciales, mediante el uso de siete medios de cultivo. Marín, N. L. Invierno 1996-1997.

Los análisis de varianza para las variables: % de sobrevivencia, % de formación de callo y área del callo resultaron con diferencias significativas ($p \leq 0.05$). En el Cuadro 53 se observan los resultados del ANVA para las variables mencionadas separando los resultados por efectos principales. Al descomponer los efectos principales (A = variedades y B = medios de cultivo), se observo que para la variable porcentaje de sobrevivencia, la variedad Guelatao

resultado ser estadísticamente superior (62%) a las variedades Coronado y Cuauhtémoc (52 y 50 %, respectivamente). Con respecto a los efectos relacionados con el medio de cultivo, hubo una tendencia a que los medios con 2,4-D presentaron los valores mas altos de esta variable (73 y 71 % de sobrevivencia), los resultados de comparación de medias para efectos principales de este experimento aparecen en el Cuadro 50A.

Para la variable % de formación de callo, los efectos principales para genotipos, mostraron que la variedad Guelatao resultó estadísticamente diferente (25%) a las variedades Cuauhtémoc y Coronado (9 y 8 %, respectivamente). Con respecto al medio de cultivo, el tratamiento 6 (2,4-D) resulto ser estadísticamente superior al resto (51 % de formación de callo).

Para la variable área de callo, los resultados de los efectos principales, correspondieron para el factor genotipo; donde la variedad Guelatao presentó el valor mas alto estadísticamente (1.4 cm²).

En relación al factor medio de cultivo, nuevamente el tratamiento 6 (2,4-D) resulto con el valor mas alto (3.0 cm²).

En el Cuadro 54, se presentan los tratamientos y las comparaciones de medias de cada una de las variables estudiadas en el presente experimento (Efecto de Interacción AxB).

Cuadro 53. Resultados de Análisis de Varianza del experimento de cultivo in vitro de avena, separando los resultados por efectos principales (A = variedades, B = medios de cultivo e Interacción). Para las variables: % de sobrevivencia, % de Formación de Callo y Área de Callo, donde se anotan los Cuadrados medios de Tratamientos, C.M. del error, Significancia Estadística y Coeficiente de Variación.

Variable	Cuadrado Medio			Error	Coeficiente de Variación %
	A	B	Factor Int.(AXB)		
% de Sobrevivencia	787.30**	1877.2**	416.92**	126.98	20.52
% de Formación de Callo	1949.20**	4139.68**	638.09**	25.39	36.92
Área de Callo	6.42**	12.19 **	1.99**	63.75	63.75

l= Efecto de Interacción A X B, *=significancia estadística (p=0.05), **= alta significancia estadística (p=0.01) y N. S. = No significativo estadísticamente.

Cuadro 54. Tratamientos y comparaciones de medias de las variables analizadas en el experimento de formación de callo en avena (fase de inducción). Marín, N.L. 1997.

TRAT A.	VARIEDAD	MEDIO DE CULTIVO (mg L ⁻¹)			% SOBRE.	% FOR. CALLO	AREA CALLO
		2,4-D	PICLORAM	TIDIAZURON			
1	GUELATAO	0	0	0.5	66.66 CD	13.33 DE	0.83 DE
2	GUELATAO	0	0	1.0	40.0 F	6.66 EF	0.46 EF
3	GUELATAO	0	0.5	0	40.0 F	0.00 F	0.00 F
4	GUELATAO	0	1.0	0	66.66 CD	0.00 F	0.00 F
5	GUELATAO	2.0	0	0.5	86.66 A	60.0 B	3.0 B
6	GUELATAO	2.0	0	0	93.33 A	93.33 A	5.4 A
7	GUELATAO	0	0	0	40.0 F	0.00 F	0.00 F
8	CUAUHTEMOC	0	0	0.5	60.0 CDE	0.00 F	0.00 F
9	CUAUHTEMOC	0	0	1.0	46.66 EF	0.00 F	0.00 F
10	CUAUHTEMOC	0	0.5	0	20.0 G	0.00 F	0.00 F
11	CUAUHTEMOC	0	1.0	0	66.66 CD	0.00 F	0.00 F
12	CUAUHTEMOC	2.0	0	0.5	60.0 CDE	20.0 D	1.33 CD
13	CUAUHTEMOC	2.0	0	0	60.0 CDE	40.0 C	1.26 CD
14	CUAUHTEMOC	0	0	0	40.0 F	0.00 F	0.00 F
15	CORONADO	0	0	0.5	46.66 EF	0.00 F	0.00 F
16	CORONADO	0	0	1.0	40.0 F	0.00 F	0.00 F
17	CORONADO	0	0.5	0	53.33 DEF	0.00 F	0.00 F
18	CORONADO	0	1.0	0	46.66 EF	0.00 F	0.00 F
19	CORONADO	2.0	0	0.5	73.33 BC	33.33 C	1.65 C
20	CORONADO	2.0	0	0	60.0 CDE	20.0 D	1.81 C
21	CORONADO	0	0	0	46.66 EF	0.00 F	0.00 F

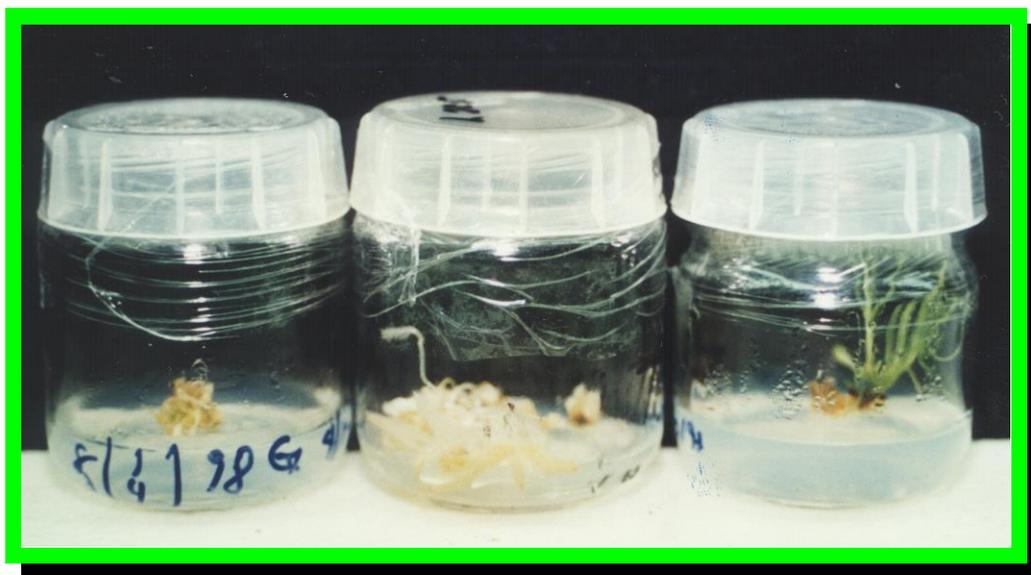
Valores unidos con la misma letra son iguales estadísticamente, porcentajes analizados con el ajuste $\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$.

En este cuadro se puede observar que los medios de cultivo con 2,4-D + Tiazuron y con 2,4-D solo, independientemente de la variedad, resultaron con los valores numéricos más altos dentro de cada genotipo. Al comparar todos los tratamientos (genotipo y medio de

cultivo), la variedad Guelatao presento los valores mas altos estadísticamente para las tres variables estudiadas.

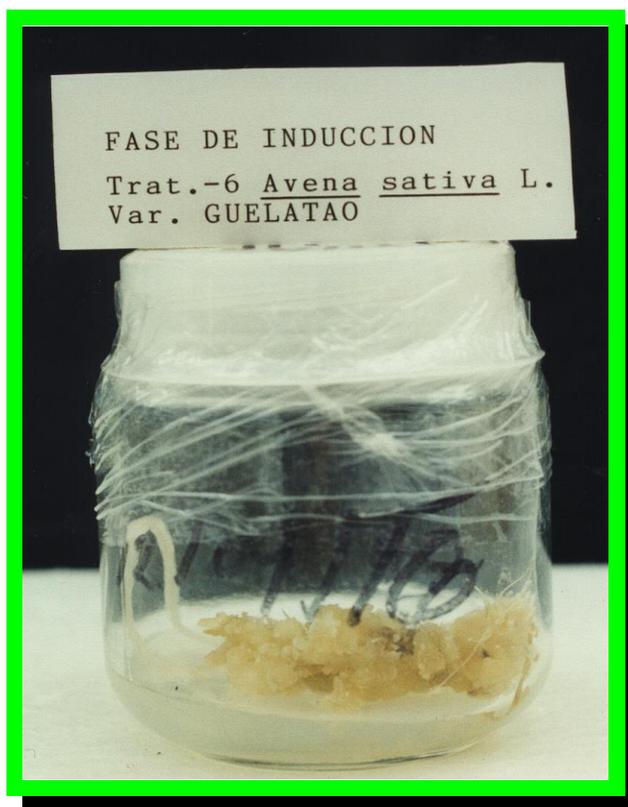
Cabe mencionar, que la misma variedad Guelatao, resulto con un menor numero de días a la oscuridad para la formación de callo (63 días) comparado con las variedades Cuauhtémoc y Coronado (84 y 91 días, respectivamente).

En la Fotografía 10 se aprecian las tres etapas mas importantes del cultivo *in vitro* de avena. En la parte de la izquierda, se observa la formación del callo en la oscuridad. En la parte del centro se observa la formación del callo a la luz, así como la organogénesis en formación de raíces (rizogénesis). En el extremo derecho se observa la formación de callo a la luz y la organogénesis a través de la formación de macollos, tallos y hojas (caulogénesis).



Fotografía 10. Etapas del cultivo *in vitro* de avena. Marín, N.L. 1997.

En la Fotografía 11, se observa el abundante desarrollo de callo organogénico en la variedad Guelatao, que fue la obtuvo la mejor respuesta a los medios de cultivo estudiados.



Fotografía 11. Formación de callo organogénico en la variedad Guelatao con el medio de cultivo 6. Marín, N,L. 1997.

Estos resultados favorables para el cultivo *in vitro* de avena crean el ambiente para proseguir con la siguiente fase del cultivo de tejidos, que es la regeneración de plantas; sin embargo, el tercer objetivo se cumplió al obtener abundante formación de callo.

Según Pérez *et al.* (1999), se le denomina tejido calloso a una masa amorfa de células vegetales poco diferenciadas y de rápida proliferación. Este tipo de tejido puede también obtenerse y mantenerse *in vitro* con relativa facilidad cuando se manejan apropiadamente las concentraciones de los reguladores de crecimiento, tales como las auxinas y las citocininas, para la inducción del tejido calloso se sabe que son sólo unas pocas células del explante inicial

son las que dan lugar a este tejido; usualmente éstas son localizadas en la superficie del inóculo o adyacentes a las heridas producidas al tomar el explante. Para la inducción de tejido calloso se requiere un medio de cultivo rico (como el MS o el B5), generalmente sólido y con una concentración adecuada de auxinas y citocininas.

Los mejores resultados obtenidos en este trabajo se lograron con la variedad Guelatao, agregando solamente 2,4-D como regulador del crecimiento. Este resultado coincide con lo establecido por Pérez *et al.* (1999), quienes afirman que en ciertas especies vegetales, la inducción de tejido calloso puede lograrse agregando únicamente auxinas al medio de cultivo, como fue el caso de la presente investigación.

Rines *et al.* (1992) establecieron que el crecimiento de callo con capacidad para regeneración de plantas de avena, es muy dependiente de los subcultivos que se den durante los meses en que se da la producción de callo con capacidad para regenerar, ya que estos subcultivos deben darse durante períodos cortos eliminando secciones anecrosadas o dañadas.

4. 4. Experimentos establecidos para cumplir con el objetivo específico 4.

En este apartado se describen los resultados de los dos experimentos desarrollados para lograr la regeneración de plantas a partir de callos formados *in vitro*, vía Organogénesis.

4 4. 1. Experimentos de cultivo *in vitro* de tejidos vegetales de avena (*Avena sativa* L.) para obtener regeneración de plantas.

Experimento 1: Regeneración de Plantas *in vitro*, en tres variedades comerciales de avena (Lab. de Biotecnología de la FAUANL) Primavera de 1998.

En el Cuadro 55 se presentan los resultados de los análisis de varianza, separando los resultados por efectos principales y la interacción. Para la variable % de sobrevivencia, el factor A (variedades) resultó con diferencias significativas, el factor B (medios de cultivo) resultó con diferencias altamente significativas y el factor A X B (Interacción) resultó no significativo. Para la variable % de regeneración de plantas se encontró diferencia altamente significativa para todos los factores analizados (A, B e Interacción). En el Cuadro 56 se observa la comparación de medias para las dos variables estudiadas. Al descomponer los efectos principales, se observó que para la variable % de sobrevivencia, la variedad Guelatao resultó ser estadísticamente igual a la variedad Coronado (80 y 70 %, respectivamente). Con respecto a los efectos relacionados con el medio de cultivo, hubo una tendencia a que los medios 1 (0.5 mg L⁻¹ de BAP+ 1.0 mg L⁻¹ de Ácido Naftaleno acético + 2.0 mg L⁻¹ de Kinetina) y 3 (2.0 mg L⁻¹ de BAP + 1.0 mg L⁻¹ de Ácido Naftaleno acético + 2.0 mg L⁻¹ de Kinetina) con BAP presentaron los valores numéricos más altos y con igualdad estadística para esta variable, los cuales fueron de 80.0 y 86.66 % de sobrevivencia respectivamente (Cuadro 56).

Para la variable % de regeneración de plantas, los efectos principales para genotipos, mostraron que la variedad Guelatao resultó estadísticamente diferente (30.00%) a las variedades Cuauhtémoc y Coronado (0%). Con respecto al medio de cultivo, el tratamiento 3

(2.0 mg L⁻¹ de BAP + 1.0 mg L⁻¹ de Acido Naftaleno acético + 2.0 mg L⁻¹ de Kinetina) resultó ser estadísticamente superior al resto (33.33 % de Regeneración de plantas) (Cuadro 56).

Cuadro 55. Resultados de Análisis de Varianza del experimento de cultivo *in vitro* de avena (Regeneración), separando los resultados por efectos principales (A = variedades, B = medios de cultivo e Interacción). Para las variables: % de sobrevivencia y % de Regeneración de plantas, donde se anotan los Cuadrados medios de Tratamientos, C.M. del error, Significancia Estadística y Coeficiente de Variación.

Variable	Cuadrado Medio			Error	Coeficiente de Variación %
	Factor				
	A	B	Int.(AXB)		
% de Sobrevivencia	700.00*	1966.66**	166.66 N.S.	200.00	19.73
% de Regeneración de Plantas	3600.00**	2266.66**	2266.6**	33.33	57.74

1= Efecto de Interacción A X B, *=significancia estadística (p=0.05), **= alta significancia estadística (p=0.01) y N. S. = No significativo estadísticamente.

Cuadro 56. Resultados de Comparación de Medias del Experimento de tres variedades de avena bajo el efecto de cuatro medios, separando los resultados por efectos principales (A = variedades, B = medios de cultivo e Interacción). Para las variables: % de sobrevivencia y % de Regeneración de plantas

Variable	Comparación de Medias Efecto A**			Comparación de Medias Efecto B***		
	Nivel	Media		Nivel	Media	
% de Sobrevivencia	1	80.00	A	1	80.00	AB
	2	65.00	B	2	66.66	B C
	3	70.00	AB	3	86.66	A
				4	53.33	C
% de Regeneración de Plantas	1	30.00	A	1	0.00	C
	2	0.00	B	2	6.67	B
	3	0.00	B	3	33.33	A
				4	0.00	C

** Tres Niveles de Factor A (variedades) = 1= Guelatao, 2 = Cuauhtémoc y 3 = Coronado

*** Cuatro Niveles de Factor B (medios de cultivo) = MC₁=0 5 mg. l⁻¹ de BAP (Bencil amino purina) + 1.0 mg. l⁻¹ de Acido Naftaleno acetico + 2.0 mg. l⁻¹ de Kinetina; MC₂= 1.0 mg. l⁻¹ de BAP (Bencil amino purina) + 1.0 mg. l⁻¹ de Acido Naftaleno acetico + 2.0 mg. l⁻¹ de Kinetina; MC₃= 2.0 mg. l⁻¹ de BAP (Bencil amino purina) + 1.0 mg. l⁻¹ de Acido Naftaleno acetico + 2.0 mg. l⁻¹ de Kinetina; y MC₄= 0 mg. l⁻¹ de BAP (Bencil amino purina) + 0 mg. l⁻¹ de Acido Naftaleno acetico + 0 mg. l⁻¹ de Kinetina.

En el experimento de regeneración se observa que los mejores resultados se alcanzaron con el tratamiento 3 (2 mg L⁻¹ de BAP y la variedad Guelatao) el cual produjo un mayor % de

sobrevivencia y % de regeneración de planta vía organogénesis (Efecto de Interacción A X B) (Cuadro 57). En la organogénesis, tallos y raíces evolucionan de callo desdiferenciado, desarrollando independientemente con respecto a la localización y oportunidad de aparición de cada tipo de órgano, comúnmente la formación de los tallos preceden a las raíces (Lorz *et al.* , citados por Duncan, 1997). Lo anterior coincide con lo observado en la presente investigación ya que primero aparecieron los tallos y hojas, luego las raíces, incluso existió una gran diferencia entre variedades, ya que la variedad Guelatao fue la única que presentó respuesta a la regeneración de plantas a partir de callo generado de embriones maduros.

Rines y McCoy (1981), en investigaciones desarrolladas con 23 cultivares de *Avena sativa*, 16 cultivares de *Avena sterilis* y 32 de *Avena fatua*, para inducir la formación de callo y regenerar plantas por la vía organogénica, utilizaron embriones inmaduros y soluciones con 2,4-D en cantidades de 2 a 5 mg L⁻¹, se obtuvieron resultados favorables con el cultivar Lodi y materiales emparentados con este, dentro de la especie *Avena sativa*. Este cultivar y dos genotipos emparentados, tuvieron una alta frecuencia en la regeneración de plantas después de subcultivarlos 10 veces (más de 12 meses). Estos resultados difieren con los del presente trabajo, donde sobresale también el cultivar Guelatao, pero sin necesidad de subcultivarlo durante tanto tiempo, pues solo se hizo un subcultivo durante la fase de regeneración, el cual requirió de tres semanas para iniciarse.

Cuadro 57. Comparación de medias para las variables % de sobrevivencia y % de regeneración de planta *in vitro* en callos de tres variedades de avena en cuatro medios de cultivo.

TRAT.	BAP (mg.L ⁻¹)	ANA (mg.L ⁻¹)	KIN (mg.L ⁻¹)	%SOB.*	%REG.**	VAR.
1	0.5	1.0	2.0	80 A	0 C	1 GUELATAO
2	1.0	1.0	2.0	80 A	20 B	1 GUELATAO
3	2.0	1.0	2.0	100 A	100 A	1 GUELATAO
4	0.0	0.0	0.0	60 A	0 C	1 GUELATAO
5	0.5	1.0	2.0	80 A	0 C	2 CUAUHTEMOC
6	1.0	1.0	2.0	60 A	0 C	2 CUAUHTEMOC
7	2.0	1.0	2.0	80 A	0 C	2 CUAUHTEMOC
8	0.0	0.0	0.0	40 A	0 C	2 CUAUHTEMOC
9	0.5	1.0	2.0	80 A	0 C	3 CORONADO
10	1.0	1.0	2.0	60 A	0 C	3 CORONADO
11	2.0	1.0	2.0	80 A	0 C	3 CORONADO
12	0.0	0.0	0.0	60 A	0 C	3 CORONADO

* % SOB.= % Sobrevivencia y **% REG.= % de Regeneración.*** Medias con la misma letra son iguales estadísticamente, Tukey.5%, KIN= Kinetina, ANA= Acido Naftalenoacético y BAP= Bencil Amino Purina

No se presentó contaminación en ninguno de los tratamientos ensayados, pero cabe aclarar que en el tratamiento dos, se obtuvo un promedio de siete brotes de avena. El tratamiento tres tuvo un promedio de 17. Los brotes fueron llevados a una fase de aclimatación transcurridas dos semanas después de su aparición en regeneración.

Transcurridas alrededor de doce semanas después de la regeneración, se pudo desarrollar planta adulta, la cual alcanzo la madurez fisiológica de la semilla.

El mayor porcentaje de sobrevivencia de callo en el medio de regeneración se alcanzo con la variedad Guelatao, que fué la única que dio respuesta a la regeneración *in vitro*.

El medio de cultivo a base de MS+Constituyentes+2.0 mg.L⁻¹ de BAP, dio los mejores resultados. El mayor porcentaje de brotes en regeneración se obtuvo con la variedad Guelatao al utilizar 2 mg de BAP.

Se obtuvieron plantas normales después de una fase de aclimatación. El ambiente óptimo para regeneración fue con una intensidad lumínica de 1500 a 2000 lux, 16 horas luz y una temperatura de $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

En la Fotografía 12 se observa la variedad Guelatao en la fase final de inducción de callo, el cual fue abundante listo para iniciar su etapa de regeneración.



Fotografía 12. Variedad Guelatao en la fase final de inducción de callo. Marin, N.L. 1998.

En la Fotografía 13 se aprecia callo organogénico de la variedad Guelatao en el cual se alcanza a apreciar la formación de brotes (tallos y hojas) y con esto la propagación clonal de avena.



Fotografía 13. Organogénesis *in vitro* de la variedad Guelatao. Marín, N.L. 1998.

En la Fotografía 14 se alcanzan a apreciar los brotes generados *in vitro* via organogénética, a los cuales se les elimino todo residuo de medio de cultivo (agar) para proceder a una fase de aclimatación para la producción de planta normal.



Fotografía 14. Brotes generados *in vitro* de la variedad Guelatao. Marín, N.L. 1998

Según Pérez et al. (1999), existen tres vías diferentes de regeneración de plantas *in vitro* : 1) la brotación y la proliferación de yemas, 2) la embriogénesis somática y 3) la Organogénesis. El termino Organogénesis aplicado al cultivo *in vitro* de tejidos vegetales se refiere a la formación de *novo* de órganos en los explantes cultivados. Entre los órganos que se pueden formar están las raíces o los llamados brotes adventicios, los cuales son estructuras muy similares a una yema y tienen la capacidad de originar una nueva planta después de elongarse y formar raíces.

Experimento 2: Regeneración de Plantas *in vitro* en tres líneas avanzadas de avena de la FAUANL (Lab. de Biotecnología Vegetal de la FAUANL) Primavera de 1998.

En este experimento se realizaron los análisis estadísticos (Cuadro 58) se presentan los resultados de los análisis de varianza separando los resultados por efectos principales y la interacción. Para la variable % de sobrevivencia, el factor A (variedades) resultó con diferencias significativas, el factor B (medios de cultivo) y el factor A X B (Interacción) resultaron no significativos. Para la variable % de regeneración de plantas se encontró diferencia altamente significativa para todos los factores analizados (A, B e Interacción) (Cuadro 58).

En el Cuadro 59 se observa la comparación de medias para las dos variables estudiadas. Al descomponer los efectos principales, se observó que para la variable % de sobrevivencia, el Genotipo L-225 resultó ser superior estadísticamente al resto de genotipos evaluados (L-135 y L-164) y obtuvo un valor numérico de 63.83 %. Con respecto a los efectos

relacionados con el medio de cultivo (Factor B), no se encontró significancia estadística para este factor, pero los mayores valores numéricos fueron alcanzados por el medio de cultivo 3 (2.0 mg L⁻¹ de BAP + 1.0 mg L⁻¹ de Ácido Naftaleno acético + 2.0 mg L⁻¹ de Kinetina) el cual alcanzó un valor numérico de 65.63% de sobrevivencia respectivamente (Cuadro 59).

Cuadro 58. Resultados de Análisis de Varianza del experimento de cultivo *in vitro* de avena (Regeneración: Líneas avanzadas), separando los resultados por efectos principales (A= variedades, B = medios de cultivo e Interacción). Para las variables: % de sobrevivencia y % de Regeneración de plantas, donde se anotan los Cuadrados medios de Tratamientos, C.M. del error, Significancia Estadística y Coeficiente de Variación.

Variable	Cuadrado Medio				Error	Coeficiente de Variación %
	Factor			Int.(AXB)		
	A	B				
% de Sobrevivencia	1173.53*	719.06 N.S	592.22 N.S.		277.32	31.61
% de Regeneración de Plantas	3130.96 **	1816.36**	1816.36**		33.37	61.95

1= Efecto de Interacción A X B, *=significancia estadística (p=0.05), **= alta significancia estadística (p=0.01) y N. S. = No significativo estadísticamente.

Cuadro 59. Resultados de Comparación de Medias del Experimento de tres líneas avanzadas de avena bajo el efecto de cuatro medios, separando los resultados por efectos principales (A = variedades, B = medios de cultivo e Interacción). Para las variables: % de sobrevivencia y % de Regeneración de plantas

Variable ****	Comparación de Medias Efecto A**			Comparación de Medias Efecto B***		
	Nivel	Media		Nivel	Media	
% de Sobrevivencia	1	63.83	A	1	48.70	A
	2	44.99	B	2	51.01	A
	3	49.21	B	3	65.63	A
				4	45.37	A
% de Regeneración de Plantas	1	27.97	A	1	0.00	C
	2	0.00	B	2	7.30	B
	3	0.00	B	3	30.00	A
				4	0.00	C

** Tres Niveles de Factor A (variedades) = 1= L-225 (2), 2 = L-135 (1) y 3 = L-164 (3)

*** Cuatro Niveles de Factor B (medios de cultivo) = MC₁=0.5 mg. l⁻¹ de BAP (Bencil amino purina) + 1.0 mg. l⁻¹ de Acido Naftaleno acético + 2.0 mg. l⁻¹ de Kinetina; MC₂ = 1.0 mg. l⁻¹ de BAP (Bencil amino purina) + 1.0 mg. l⁻¹ de Acido Naftaleno acético + 2.0 mg. l⁻¹ de Kinetina; MC₃= 2.0 mg. l⁻¹ de BAP (Bencil amino purina) + 1.0 mg. l⁻¹ de Acido Naftaleno acético + 2.0 mg. l⁻¹ de Kinetina; y MC₄= 0 mg. l⁻¹ de BAP (Bencil amino purina) + 0 mg. l⁻¹ de Acido Naftaleno acético + 0 mg. l⁻¹ de Kinetina.

**** Los datos anotados en las comparaciones de medias son los datos transformados $\sqrt{\text{Porcentaje Arco Seno}}$

En el experimento de regeneración de líneas avanzadas se observa que los mejores resultados se alcanzaron con el tratamiento tres (2 mg.l⁻¹ de BAP y la línea 225 (2) FAUANL) se produjo un mayor % de sobrevivencia y de regeneración de planta vía Organogénesis lo anterior se observa claramente en el Cuadro 60.

Cuadro 60. Comparación de medias para las variables % de sobrevivencia y % de regeneración de planta *in vitro* en callos de tres líneas avanzadas de avena en cuatro medios de cultivo.

TRAT.	BAP (mg.l ⁻¹)	ANA (mg.l ⁻¹)	KIN (mg.l ⁻¹)	%SOB.*	%REG.**	Lin.
1	0.5	1.0	2.0	60 A	0 C	1 L-225(2)
2	1.0	1.0	2.0	80 A	20 B	1 L-225(2)
3	2.0	1.0	2.0	100 A	100 A	1 L-225(2)
4	0.0	0.0	0.0	60 A	0 C	1 L-225(2)
5	0.5	1.0	2.0	60 A	0 C	2 L-135(1)
6	1.0	1.0	2.0	60 A	0 C	2 L-135 (1)
7	2.0	1.0	2.0	40 A	0 C	2 L-135(1)
8	0.0	0.0	0.0	40 A	0 C	2 L-135(1)
9	0.5	1.0	2.0	40 A	0 C	3 L-164(3)
10	1.0	1.0	2.0	40 A	0 C	3 L-164(3)
11	2.0	1.0	2.0	80 A	0 C	3 L-164(3)
12	0.0	0.0	0.0	60 A	0 C	3 L-164(3)

*% SOB.= % Sobrevivencia y **% REG.= % de Regeneración.*** Medias con la misma letra son iguales estadísticamente, Tukey.5%, KIN= Kinetina, ANA= Acido Naftalenoacético y BAP= Bencil Amino Purina

No se presentó contaminación en ninguno de los tratamientos ensayados, pero cabe aclarar que en el tratamiento dos se obtuvo un promedio de tres brotes de avena. El tratamiento tres tuvo un promedio de 14. Los brotes fueron llevados a una fase de aclimatación mas o menos transcurridas tres semanas después de su aparición en regeneración.

Transcurridos alrededor de catorce semanas después de la regeneración, se pudo desarrollar planta adulta, la cual alcanzo la madurez fisiológica de la semilla.

En base a los resultados obtenidos donde se ve claramente la predominancia de la línea 225(2) FAUANL en obtener un 100% de regeneración y un 80 % de sobrevivencia, se

cumplió lo establecido por Rines *et al.* (1992) quienes establecieron que el tipo de callo generado y su potencial de regeneración en avena, depende de varios factores; entre estos sobresale la composición del medio, el genotipo de avena, el tipo de explante para iniciar el crecimiento y la selección del tejido durante el subcultivo. Esto se vió claramente, pues con el medio de cultivo tres (2 mg.L^{-1} de BAP y la línea 225 (2) FAUANL) se produjo un mayor % de sobrevivencia y de Regeneración de planta vía Organogénesis.

El mayor porcentaje de sobrevivencia de callo en el medio de regeneración se alcanzo con la Línea 225(2) FAUANL, que fue la única que dio respuesta a la regeneración *in vitro* .

El medio de cultivo a base de MS + Constituyentes + 2.0 mg.L^{-1} de BAP, dio los mejores resultados. El mayor porcentaje de brotes en regeneración se obtuvo con la Línea 225(2)FAUANL al utilizar 2 mg L^{-1} de BAP.

Se obtuvieron plantas normales después de una fase de aclimatación. El ambiente óptimo para regeneración fue con una intensidad lumínica de 1500 a 2000 lux, 16 horas luz y una temperatura de $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Rines y McCoy (citados por Rines *et al.*, 1992) establecieron que la mayores respuestas para regenerar plantas por la vía organogénica es utilizando embriones maduros de avena con tamaños superiores a los 2 mm de longitud, lo cual coincidió con el presente trabajo de investigación, donde el tipo de explante (embrión maduro) y su característica distintiva (tamaño) han favorecido los resultados obtenidos.

4. 5. Relación entre los Resultados obtenidos con las técnicas *in vivo* contra los resultados obtenidos con las Técnicas *in vitro*

Al realizar un análisis de los resultados y avances obtenidos con las técnicas *in vivo*, se puede decir serán de aplicación inmediata, debido a que las variedades y líneas avanzadas, resultantes del método genealógico, están disponibles. Para el caso de los resultados de la aplicación de las técnicas *in vitro*, también podrán ser utilizados, pero a más largo plazo, pues con la obtención de las plantas por la vía clonal, a futuro se podrá trabajar con ingeniería genética, introduciendo genes aplicando técnicas sofisticadas de biología molecular y luego regenerando plantas con el medio de cultivo, ambiente y genotipos que dieron los mejores resultados.

En base a los anteriores resultados se presenta un esquema metodológico que siguió la presente investigación, donde se aprecian los caminos seguidos para el mejoramiento genético del cultivo de avena (*Avena sativa* L.) (Figura 3), los resultados finales obtenidos, y la aplicación de técnicas *in vitro* y de técnicas *in vivo*.

El resultado más trascendente en la aplicación de las técnicas *in vitro* fue el obtenido con la formación de callo y regeneración de plantas *in vitro* a partir de embriones maduros cuando se utilizó la variedad Guelatao y la Línea avanzada L-225(2) FAUANL en los experimentos respectivos. Los resultados más trascendentes de la aplicación de las técnicas *in vivo* fueron: 1) Se lograron seleccionar variedades comerciales y líneas avanzadas (aplicando el método genealógico) con resistencia a la roya de la hoja y con alto potencial de

rendimiento, 2) Se pudieron identificar 70 razas fisiológicas de roya de la hoja, 3) se lograron realizar pruebas en ambientes controlados utilizando las variedades diferenciales y de esta forma obtener las relaciones de virulencia / avirulencia para ver los grados de infestación de roya de la hoja presentes y 4) se trabajo con genotipos de avena susceptibles a la roya de la hoja irradiados para evaluar posibles cambios mutagénicos favorables hasta la generación M₃ no logrando identificar cambios mutagénicos favorables.

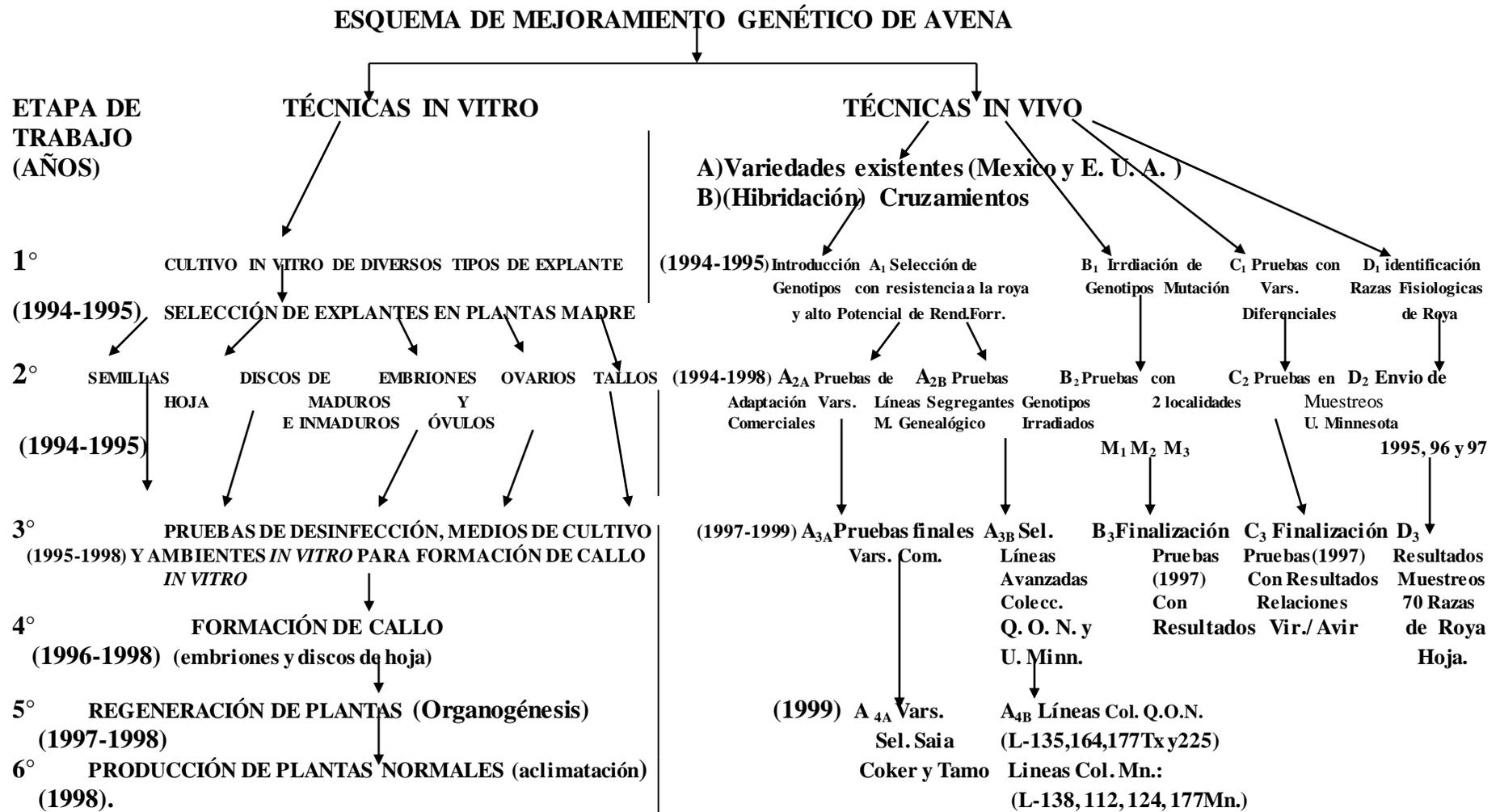


Figura 5. Esquema Metodológico para el mejoramiento genético de avena, desglosando las técnicas aplicadas a nivel *in vitro* e *in vivo*, por etapas de trabajo y por años.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Las conclusiones del presente trabajo son las siguientes:

1. Considerando que:

- a).-Se desarrolló una metodología de mejoramiento genético para detectar y obtener resistencia a la roya de la hoja (*Puccinia coronata* Cda.), donde se siguieron dos vías de trabajo, una *in vivo* y otra *in vitro*

- b).- Se han logrado identificar variedades comerciales resistentes a la roya de la corona como Saia y moderadamente resistentes al patógeno como Coker y Tamo.

- c).- Se identificaron 6 líneas avanzadas de avena (F₉) resistentes a la roya de la corona y de buen rendimiento de forraje seco, derivadas de la colección de Quaker Oat Nursery, E. U. A. .

- d).-Se han logrado identificar 6 líneas avanzadas de avena (F₇) resistentes e inmunes a la roya de la corona, de alto rendimiento de forraje seco, derivadas de la colección de la Universidad de Minnesota, E. U. A.

- e).-Se ha aplicado eficientemente el método genealógico como método tradicional de mejora genética en la obtención de líneas avanzadas de avena resistentes a la roya de la hoja.
Se concluye que se acepta la hipótesis específica 1

2.-En referencia a la hipótesis específica 2:

- a).-Se identificaron 70 razas fisiológicas de roya de la hoja (*Puccinia coronata Cda.*) presentes en Nuevo León en el período 1995-1997, siguiendo la nomenclatura propuesta por Chong *et al.*, (2000).
- b).-Las razas fisiológicas de roya de la hoja identificadas en Nuevo León durante 1995 fueron 13.
- c).-Las razas fisiológicas de roya de la hoja identificadas en el Estado de Nuevo León durante 1996 fueron 18, donde las más frecuentes fueron: **DRNL Y CBBB**.
- d).-Las razas fisiológicas de roya de la hoja identificadas en el Estado de Nuevo León durante 1997 fueron 41, donde las más frecuentes fueron: **BDBL, QLML y BLLG**.
- e).-La respuesta de resistencia a la roya de la corona estuvo muy determinada por el ambiente de cada localidad.

Por lo que se concluye que la hipótesis 2 se acepta.

3.-En referencia a los trabajos *in vitro* se concluyo que:

- a).- El mejor tipo de explante de avena para formar callo *in vitro* fue el embrión maduro.

- b).- El medio de cultivo basal que dio los mejores resultados en los trabajos de formación de callo *in vitro* fue el de Murashige and Skoog (1962), con sus constituyentes orgánicos y 2, 4 -D (2 mg. L^{-1}).
- c).-El medio de cultivo basal de Murashige and Skoog, (1962), para formación de callo *in vitro* que utilizó en su preparación de cultivo 2,4-D(6 mg.l^{-1}), si formo callo, pero sin capacidad para la regeneración de plantas.
- d).-La única variedad comercial de avena que dio respuesta a la regeneración de plantas *in vitro* fue Guelatao.
- e).-La única línea avanzada de avena con resistencia a la roya de la hoja que dio respuesta a la regeneración de plantas *in vitro* fue L225(2) FAUANL F₉
- f).- La organogénesis fue la única vía de regeneración de plantas *in vitro*.
- g).-El medio de cultivo que dio los mejores resultados en la regeneración de plantas *in vitro* fue el que utilizó como medio basal al Murashige y Skoog, (1962) con sus constituyentes orgánicos y con la adición de BAP en concentración de 2 mg.L^{-1} , ANA en concentración de 1 mg.L^{-1} y Kinetina en concentración de 2 mg.L^{-1} .

Se concluye que la hipótesis específica 3 se acepta

Considerando las conclusiones respecto a las hipótesis específicas, la hipótesis general se considera aceptada.

- a).-Se desarrollo una metodología en forma de diagrama que describe las diferentes etapas y años de trabajo de la presente investigación, separando las técnicas aplicadas *in vitro* de las aplicadas *in vivo*, por lo que si se cumplió con el objetivo general propuesto de desarrollar una metodología que permitiera detectar y obtener resistencia a la roya de la hoja (*Puccinia coronata* Cda.) en Avena (*Avena sativa* L.).

Las recomendaciones son:

1.-Realizar hibridación en el Programa de Mejora genética de avena de la FAUANL, utilizando progenitores (genotipos) de las Colecciones Internacionales de la Quaker Oat Nursery y de la Universidad de Minnesota, MN, EUA (derivados del presente trabajo), tratando de reunir características agronómicas que resuelvan problemas regionales como resistencia a sequía y salinidad, también se deberá buscar mayor precosidad de los materiales obtenidos por esta vía de mejoramiento y un alto potencial de rendimiento, para posteriormente aplicar el método genealógico.

2.-Comprobar que las semillas y plantas obtenidas por cultivo *in vitro* de tejidos vegetales (Organogenesis) resultantes de presente trabajo, son de comportamiento normal, pues se tienen en existencia materiales genéticos derivados de la variedad Guelatao y de la Línea 225(2)FAUANL F₉.

3.-Desarrollar a futuro una investigación para obtener regeneración *in vitro* por la vía de embriogénesis somática, de tal manera que los resultados y métodos ya conocidos se tomen como punto de partida para estos trabajos.

4.- Se deberá de buscar a futuro inmediato un adiestramiento de Personal de la FAUANL, con personal técnico del Laboratorio del Centro de Investigaciones de las Royas de Cereales en Winnipeg, Canadá, para conocer en forma más detallada la nueva metodología desarrollada por el Dr. James Chong para inocular, identificar y clasificar razas fisiológicas de la roya de la hoja y del tallo en avena..

. BIBLIOGRAFIA.

- Agrios, G. N. 1985. Fitopatología. (Traducido por Héctor Rodríguez S.) Ed. LIMUSA México pp. 109-126, 413-417.
- Akbar S. M. and M. W. Nabors. 1991. Comparison of two methods for callus culture and plant regeneration in wheat (*Triticum aestivum*). Plant Cell Tissue and Organ Culture 26: 185-187.
- Allard, R. W. 1967. Principios de la mejora genética de las plantas. Ed. Omega, S. A. Barcelona, España. pp. 163-177.
- Alvarez, M. N., P. D. Ascher, D. W. Davis. 1981. Interspecific hybridization in *Euphaseolus* through embryo – rescue. Hortscience 16(4):541-543
- Amirshahi, M. C. and F. L. Patterson. 1956. Development of a Standard Artificial Freezing Technique for Evaluating Cold Resistance in Oats. Agronomy Journal 48:181-184.
- Ammirato, P. V. and F. C. Steward 1971. Some effects of the environment on the development of embryos from cultured free cells. Botanical Gazette 132:149-158.
- Ammirato, P. V. 1983. Embryogenesis. In:Handbook of Plant Cell Culture. Vol. 1 Techniques for Propagation and Breeding. (D. A. Evans, W. R. Sharp, P. V. Ammirato, and Y. Yamada; editors). Ed. Macmillan Publishing Co., New York, E. U.A. pp.82-123.
- Atkins, R. E. 1943. Factors Affecting Milling Quality in Oats. Journal of the American Society of Agronomy 35:532-539.
- Aung T., J. Chong and M. Leggett. 1998. The transfer of crown rust resistance gene Pc 94 from a wild diploid to cultivated hexaploid oat. In: American Oat Workers Conference-Teamwork for success, Winnipeg, Canada July 26-29, p.4.
- Balboa Z. O., G. Gil S., W. Valenzuela C. 1981. Germinación de embriones inmaduros de guindo dulce *Prunus avium* L. cv. Mericier cultivados *in vitro*. Ciencia e Investigación Agraria (Chile) 8 (1): 65-67.
- Barba A., A. 1987. Cultivo de callos. In: Cultivo de tejidos vegetales (Hurtado M.,D. V. y Merino M.,M.E. Eds.) Editorial Trillas, México,D. F. pp.93-100.
- Beasley, J. O. 1940. Hybridization of American 26-chromosome and Asiatic 13-chromosome species of *Gossypium*. Journal of Agricultural Research 60(3) :175-181.
- Bhojwani, S. S. and M. K. Razdan. 1983. Zygotic embryo culture. In: Plant tissue culture: theory and practice.(Bhojwani, S. S. and M. K. Razdan, Editors) (Serie Developments in Crop Science, V. 5) Elsevier Science, Amsterdam Holland. pp.199-235.

- Brown, C. M. and H. L. Shands 1954. Behavior of the Interspecific Hybrid and Amphiploid of *Avena abyssinica* X *A. strigosa*. *Agronomy Journal* 46:557-559.
- Brown, C. M. and H. L. Shands 1956. Factors Influencing Seed Set of Oat Crosses. *Agronomy Journal* 48:173-177.
- Brown C. M. and F. L. Patterson. 1992. Conventional Oat Breeding. In: Oat Science and Technology (H. G. Marshall and M. E. Sorrells, Co-editors) Ed. ASA and Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA. pp. 613-656.
- Carlson, P. 1973. Methionine sulfoximine –resistant mutants of tobacco. *Science* 180: 1366-1368.
- Castro M., O. R. y C. A. Jiménez G. 1981. Tulancingo, Nueva Variedad Temporalera de Avena para Valles Altos (Folleto Técnico No. 9) Ed. INIA Centro de Investigaciones Agrícola de la Mesa Central, Chapingo, México. Chapingo, Edo. México 10p.
- Chong, J. ;K. J. Leonard and J. J. Salmeron Z. 2000. A North American System of Nomenclature for *Puccinia coronata* f. sp. *avenae*. *Plant Disease*. Vol. 84 No. 5 pp. 580-585.
- Chong J. and J. A. Kolmer 1993. Virulence dynamics and phenotypic diversity of *Puccinia coronata* f.sp. *avenae* in Canada from 1974 to 1990. *Canadian Journal Botany* Vol. 71 pp. 248-255.
- Chong J. and W. L. Seaman 1991. Distribution and virulence of *Puccinia coronata* in Canada in 1990. *Canadian Journal of Plant Pathology* Vol 13: 365-370.
- Claridades Agropecuarias. 1994. Panorama Mundial de Avena. *Revista Mensual*. México, D. F. pp. 14 – 17.
- Coffman, F. A. 1955a. *Avena sativa* L. Probably of Asiatic Origin. *Agronomy Journal* 47: 281.
- Coffman, F. A. 1955b. Results from Uniform Winter Hardiness Nurseries of Oats for the Five Years 1947 to 1951 Inclusive. *Agronomy Journal* 47:54-57.
- Coffman, F. A. 1956. Bagging Possibly Reduces Success in Oat Crossing. *Agronomy Journal* 48:191.
- Coffman, F. A. and H. Stevens 1951. Relation of Temperature and Time of Day of Pollination to Seed Set in Oat Crossing. *Agronomy Journal* 43:498-499.
- Coffman, F. A. , H. C. Murphy and W. H. Chapman 1961. Oat Breeding. In: Oat and Oat Improvement (Franklin A. Coffman editor). Ed. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, EUA. pp. 263-329.

- Collins, G. B. and J.W. Grosser. 1984. Culture of embryos. *In*: Cell culture and somatic cell genetics of plants; laboratory procedures and their applications (Vasil, I. K. Ed.) Volume 1 Academic Press Inc., Orlando, Fla., EUA. pp.241-257.
- Cox, E. A., G. Stotzky and R. D. Goos. 1960. *In vitro* culture of *Musa balbisiana* Colla embryos. *Nature* 185 (4710):403-404.
- Cummings, D. P., C. E. Green, D. D. Stuthman. 1976. Callus induction and plant regeneration in oats. *Crop Science*. 16:465-470.
- De la Garza G., J. L. 1996. Fitopatología General. Ed. Facultad de Agronomía de la U. A. N. L. Marín, N. L. 515p.
- Dickson, J. G. 1956. Diseases of Field Crops. Second Edition. McCraw-Hill Book Company, New York. 517p.
- Duncan, R. R. 1997. Tissue Culture- Induced Variation and Crop Improvement. *Advances in Agronomy* Vol. 58: 201-240.(Ed. Academic Press).
- Evans, D. A.; W. R. Sharp and C. E. Flick 1981. Growth and behavior of cell cultures: Embryogenesis and organogenesis. *In*: Thorpe, T. A. (Ed.). *Tissue culture: Methods and applications in agriculture*. Academic Press, New York. pp. 45-113.
- Evans, D. A. and W. R. Sharp. 1983. Single gene mutations in tomato plants regenerated from tissue culture. *Science* 221 : 949-951.
- Fehr, W. R. 1989(a) Role of Plant Breeding in Agriculture. *In*: Principles of Cultivar Development (Theory and Technique)W. R. Fehr pp. 1-9.
- Fehr, W. R. 1989(b) Pedigree method (Chapter Twenty five). *In*: Principles of Cultivar Development (Theory and Technique)W. R. Fehr pp. 332-338.
- Frey, K. J., M. C. Shekleton, H. H. Hall, and E. J. Benne. 1954. Inheritance of Niacin, Riboflavin and Protein in Two Oat Crosses. *Agronomy Journal* 46:137-139.
- Frey, K. J. 1955. Agronomic Mutations in Oats Induced by X Ray Treatment. *Agronomy Journal* 47:207-210.
- Frey, K. J. and J. A. Browning. 1955. Mutations for Stem Rust Resistance Induced in Oats by X-Ray Treatment. *Phytopathology* 45:490-492.
- Fundación Iberdrola. 2003. Agua y Agricultura sostenible (Tablas). (Internet) ([www.fundacioniberdrola.org/j_fernandez\(tablas\)_12_12_03.htm](http://www.fundacioniberdrola.org/j_fernandez(tablas)_12_12_03.htm)).
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Ed. UNAM Instituto de Geografía. México, D. F. 246p.

- Gamborg, O. L.; F. Constabel and R. A. Miller. 1970. Embryogenesis and production of albino plants from cell cultures of *Bromus inermis*. *Planta* 95:355-358.
- Gamborg, O. L.; T. Murashige; T. A. Thorpe and I. K. Vasil. 1976. Plant tissue culture media. *In vitro* 12:473-478.
- Grafius, J. E. 1956. Components of Yield in Oats: A Geometrical Interpretation. *Agronomy Journal* 48:419-423.
- Green, C. E. and R. L. Phillips. 1975. Plant regeneration from tissue cultures of maize. *Crop Sci.* 15: 417-421.
- Green, M. M. 1977. Prospects for crop improvement in the field of cell culture. *Hort. Sci.* 12: 7-10.
- Guzmán, E. V. De. 1969. The growth and development of coconut “maka puno” embryo *in vitro*. I. The induction of rooting. *Philippine Agriculturist* 53(2): 65-78.
- Halperin, W. and D. F. Wetherell. 1965a. Ammonium requirement for embryogenesis *in vitro*. *Nature* 205:519-520.
- Halperin, W. and D. F. Wetherell. 1965b. Ontogeny of adventive embryos of wild carrot. *Science* 147:756-758.
- Halperin, W. 1966. Alternative morphogenetic events in cell suspensions. *American Journal of Botany* 53:443-453.
- Harder, D. E. and S. Haber. 1992. Oat Diseases and Pathologic Techniques. In: Oat Science and Technology (H. G. Marshall and M. E. Sorrells, Co-editors) Ed. ASA and Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA. pp. 307-425.
- Harder, D.E., R. I. H. McKenzie, and J. W. Martens. 1984. Inheritance of Adult plant Resistance to Crown Rust in an Accession of *Avena sterilis*. *Phytopathology* 74:352-353.
- Harder, D.E. 1993. Enfermedades de la avena y su control. In: Segundo Encuentro Científico y Tecnológico del cultivo de avena. SARH- INIFAP, Cd. Cuauhtémoc, Chih. pp. 65-76.
- Haydu, Z. and I. K. Vasil. 1981. Somatic embryogenesis and plant regeneration from leaf tissue and anthers of *Pennisetum purpureum* Schum. *Theoretical and Applied Genetics* 59:269-274.
- Herrera Y., L. ; S. Mayea S. y D. Seidel. 1981. Fitopatología General. Ministerio de Enseñanza Superior, Ed. Pueblo y Educación, La Habana, Cuba. pp. 22-26.

- Hiron, J. –C. 1992. La Biotecnología: una forma de modificar el patrimonio genético. *El Surco* (México) 97 (3):2-4.
- Hurtado M., D. Y M. E. Merino. 1987. Cultivo de Tejidos Vegetales. Ed. Trillas, Mex. D. F. pp.48-63.
- INEGI. 2002. Anuario Estadístico Nuevo León, Agricultura. (Internet) (http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/aee02/info/nln/c19_10.xls).
- Iyer, R. D. 1982. Embryo and tissue culture for crop improvement, especially of perennials, germoplasm conservation and exchange relevance to developing countries. *In: Proceedings of International Symposium of Tissue Culture of Economically Important Plants*, Botany Department, National University of Singapore, Singapore, 1981. COSTED and ANBS. pp. 219-230.
- Jensen, N. F. 1952. Intra-varietal Diversification in Oat Breeding. *Agronomy Journal* 44:30-34.
- Jiménez G., C. A. 1978. Avena. *In: Análisis de los Recursos genéticos disponibles a México* (Tarcicio Cervantes Santana Editor). Ed. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C. Chapingo, Edo. de México, México. pp. 103-109.
- Jiménez G., C. A. 1993. *In: Producción y Genotecnia de plantas Autogamas.*(Márquez S.,F. Editor) Ed. AGT Editor, S. A. Chapingo, Edo. de México. pp. 69-96.
- Kasha, K. J. and K. N. Kao. 1970. High frequency haploid production in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Nature* 225(5235) : 874-876.
- Kaur-Sawhney, R. and A. W. Galston. 1984. Oats. *In: Handbook of plant cell culture. Volume 2, Crop Species* (Sharp, W. R., *et al.* Eds.) Macmillan Publishing Co. New York EUA. pp. 92-107.
- Kaufman, P. B. and T. G. Brock. 1992. Structural Development of the Oat Plant. *In: Oat Science and Technology* (H. G. Marshall and M. E. Sorrells, Co-editors) Ed. ASA and Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA. pp. 53-75.
- Kehr, W. R., H. K. Hayes, M. B. Moore and E. C. Stakman. 1950. The Present Status of Breeding Rust-Resistant Oats at the Minnesota Station. *Agronomy Journal* 42:356-359.
- King, P. and K. Shimamoto. 1984. Maize. *In: Handbook of plant cell culture. Crop species Volume 2.* (W. R. Sharp, D. A. Evans, P. V. Ammirato and Y. Yamada, Editors) Macmillan Publishing Co. New York EUA. pp. 74-84.
- Konzak, C. F. 1954. Stem Rust Resistance in Oats Induced by Nuclear Radiation. *Agronomy Journal* 46:538-540.

- Koo, F. K. S., M. B. Moore, W. M. Myers, and B. J. Roberts. 1955. Inheritance of Seedling Reaction to Races 7 and 8 of *Puccinia graminis avenae* Eriks. and Henn. at High Temperature in Three Oat Crosses. *Agronomy Journal* 47:122-124.
- Krikorian, A. D. and D. L. Berquam 1969. Plant cell and tissue cultures: The role of Haberlandt. *Botanical Review* 35:59-88.
- Krikorian, A. D. and S. S. Cronauer. 1984. Banana. *In: Handbook of plant cell culture. Crop species Volume 2* (W. R. Sharp, D. A. Evans, P. V. Ammirato and Y. Yamada, Editors) Macmillan Publishing Co. New York EUA. pp. 332.
- La Jornada 2005. Explosión Demografica. Ed. UNAM (Internet). (<http://www.jornadaunam.mx/2005/jun05/050624/038n2mun.php>).
- Larkin, P. J. y W. R. Scowcroft. 1981. Somaclonal variation, a novel source of variability from cell cultures of plant improvement. *Theoretical and Applied Genetics* 60:1-16.
- Leggett, J. M. 1992. Classification and Speciation in *Avena*. *In: Oat Science and Technology* (H. G. Marshall and M. E. Sorrells, Co-editors) Ed. ASA and Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA. pp. 29-52.
- Litz, R. E. 1984a. In vitro somatic embryogenesis from nucellar callus of monoembryonic mango. *HortScience* 19:715-717.
- Litz, R. E. 1984b. Papaya. *In: Handbook of plant cell culture. Crop species Volume 2.* (W. R. Sharp, D. A. Evans, P. V. Ammirato and Y. Yamada, Editors) Macmillan Publishing Co. New York EUA. p. 360.
- Litz, R. E. y R. L. Jarret. 1991. Regeneración de plantas en el cultivo de tejidos: embriogénesis somática y organogénesis. *In: Cultivo de Tejidos en la Agricultura* (Roca W. y A. Mroginski eds. tec.). CIAT, Calí, Colombia. pp.144-172.
- López P., M. C. 1989. Variación Somaclonal aplicada a la agricultura. *In: Curso de cultivo de Tejidos Vegetales.* Ed. Colegio de Postgraduados Unidad Montecillos, Texcoco, Edo. de México. 34p.
- Lu, C.; I. K. Vasil and P. Ozias Akins 1982. Somatic embryogenesis in *Zea mays* L. *Theoretical and Applied Genetics* 62:109-112.
- Maheshwari, P. 1950. An introduction to the embryology of angiosperms. McGraw-Hill, New York, EUA. pp. 383-390.
- Marshall H. G. and W. M. Myers. 1961. A cytogenetic study of certain interspecific *Avena* hybrids and the inheritance of resistance in diploid and tetraploid varieties to races of crown rust. *Crop Sci.* 1: 29-34.

- Marshall H. G. and G. E. Shaner. 1992. Genetics and Inheritance in Oat. In: Oat Science and Technology (H. G. Marshall and M. E. Sorrells, Co-editors) Ed. ASA and Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA. pp. 509-571.
- Marshall H. G; M. E. McDaniel and L. M. Cregger. 1992. Cultural Practices for Growing Oat in the United States. In: Oat Science and Technology (H. G. Marshall and M. E. Sorrells, Co-editors) Ed. ASA and Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA. pp. 191-221.
- Martens J. W. and P. L. Dyck 1989. Genetics of resistance to rust in cereals from a Canadian perspective. *Canadian Journal of Plant Pathology* 11: 78 –85.
- Merino M.,M. E. 1987. Técnicas de Esterilización y Manipulaciones asépticas. In: Cultivo de tejidos vegetales (Hurtado M.,D. V. y Merino M.,M.E. Eds.) Editorial Trillas, México, D. F. pp.44-48.
- Meins, F. 1983. Heritable variation in Plant Cell Culture. *Annual Review of Plant Physiology* 34: 327-346
- Miller, S.A. and D.P. Maxwell .1983. Evaluation of disease resistance. In: Handbook of plant cell culture vol.1 Techniques for Propagation and breeding (Evans, D.A. *et al.* Eds.). Macmillan Publishing Co., New York, EUA. pp.853-879.
- Miranda C., S. 1966. Mejoramiento del Frijol en México. Folleto Misceláneo No. 13 Ed. SAG-INIA, México, D. F. 36p.
- Mok, D. W. S.; M. C. Mok, and A. Rabakoarihanta. 1978. Interspecific hybridization of *Phaseolus vulgaris* with *Phaseolus lunatus* and *Phaseolus acutifolius*. *Theoretical and Applied Genetics* 52(5):209-215.
- Mroginski, L. A. y W. M. Roca. 1991. Establecimiento de cultivos de tejidos vegetales *in vitro*. (Capítulo 2). In: Cultivo de Tejidos en la Agricultura, fundamentos y aplicaciones (Roca W. y L. A. Mroginski eds. tec.) Ed. C.I.A.T. Calí, Colombia. pp. 19-40.
- Murashige, T. and F. K. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*. 15(3):473-479.
- Murashige, T. 1974. Plant propagation through tissue culture. *Ann. Rev. Plant Physiology* 25:135-166.
- Murphy, H. C. 1939. Effect of Crown and Stem Rusts on the Relative Cold Resistance of Varieties and Selections of Oats. *Phytopathology* 29:763-782.
- Murphy, H. C., F. J. Zillinsky, M. D. Simons, and R. Grindeland. 1958. Inheritance of seed color and resistance to races of stem and crown rust in *Avena strigosa*. *Agronomy Journal* 50:539-541.

- Murphy J. P. and L. A. Hoffman. 1992. The Origin, History, and Production of Oat. In: Oat Science and Technology (H. G. Marshall and M. E. Sorrells, Co-editors) Ed. ASA and Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA. pp. 1-28.
- Nassar, N. M. A. 1980. Attempts to hybridize wild *Manihot* species with cassava. *Economic Botany* 34 (1): 13-15.
- Ohm, H. W. and G. Shaner. 1992. Breeding Oat for Resistance to Diseases. In: Oat Science and Technology (H. G. Marshall and M. E. Sorrells, co-editors) *Agronomy* no.33 Ed. American Society of Agronomy, Inc. ; Crop Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA. Pp. 657-698.
- Olivares S.,E. 1994. Paquete Computacional de diseños experimentales. Facultad de Agronomía U. A. N. L. Marín, N. L. México. s.p.
- O'Mara J. G. 1961. Cytogenetics. In: Oat and Oat Improvement (Franklin A. Coffman editor). Ed. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, EUA. pp. 112-124.
- Osler, R. D. and H. K. Hayes. 1953. Inheritance Studies in Oats with Particular Reference to the Santa Fe Type of Crown Rust Resistance. *Agronomy Journal* 45:49-53.
- Peek, J. M. and J. M. Poehlman. 1949. Grain Size and Hull Percentage as Factors in the Milling Quality of Oats. *Agronomy Journal* 41:462-466.
- Pérez, M. B., E. M. ; R. Ramírez M. ; H. G. Núñez P. y N. Ochoa A. 1999. Introducción al cultivo de tejidos vegetales. Ed. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, Ags. pp. 9-13, 51-56.
- Pérez, P. J. 1991a. Cultivo de tejidos en la caña de azúcar. In: Cultivo de tejidos en la agricultura, fundamentos y aplicaciones (Roca W. y A. Mroginski eds. tec.) Ed. C.I.A.T. Calí, Colombia. pp. 543-575.
- Pérez, P. J. 1991b. Variación somaclonal. In: Curso Taller avanzado de Micropropagación Vegetal. Facultad de Agronomía. UANL. Departamento de Fitotecnia. Septiembre 23-27 de 1991, Marín ,N. L. (Curso ofrecido por personal de la Universidad Central de la Villas , Cuba). pp.1-9.
- Phillips, G. C. and G. B. Collins. 1984. Red clover and other forage legumes. In: Handbook of plant cell culture. Crop species Volume 2. (W. R. Sharp, D. A. Evans, P. V. Ammirato and Y. Yamada, Editors) Macmillan Publishing Co. New York EUA. pp. 177-178, 194, 202-203.
- Poehlman, J. M., and C. H. Kingsolver. 1950. Disease Reaction and Agronomic Qualities of Oats Selections from a Columbia X Victoria –Richland Cross. *Agronomy Journal* 42:498-502.

- Poehlman, J. M. 1987(a). Mejoramiento genético de las cosechas. (Traducido por Nicolás Sánchez D.) Ed. LIMUSA, México pp.151-171.
- Poehlman, J. M. 1987(b). Breeding Field Crops (Third Edition) Ed. An avi Book (Van Nostrand Reinhold) New York, U. S. A. .724p.
- Puente G. N. A. 2002. Evaluación de la respuesta de 10 líneas avanzadas y dos testigos regionales de avena (*Avena sativa* L.) en dos fechas de siembra, a las royas de la hoja (*Puccinia coronata* Cda.) y del tallo (*Puccinia graminis* f. sp. avenae Pers.). Tesis de Licenciatura para obtener el grado de Ingeniero agrónomo. Facultad de Agronomía, UANL, Marín, N. L. 80p.
- Raghavan, V. 1977. Applied aspects of embryo culture. In: Applied and fundamental aspects of plant cell, tissue, and organ culture. (Reinert J. and Y. P. S. Bajaj Eds.) Springer Verlag, Berlin. Pp. 375-397.
- Ramming, D. 1983. Embryo culture. In: Methods in fruit breeding (Moore, J. N. and J. Janick, Eds.), Purdue University Press, West Lafayette, Indiana, EUA. pp. 136-144.
- Reeves, J. 1988. Una de las tecnologías modernas más promisorias: Cultivo de Tejidos. El Surco. (México) 97(3):6-7.
- Reyes H., S. 1988. La Biotecnología: Una Alternativa para el Desarrollo Nacional. VII Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del I. P. N., México, D. F. pp. 4-26.
- Rines, H. W. and T. J. McCoy. 1981. Tissue Culture Initiation and Plant Regeneration in Hexaploid Species of Oats. *Crop Science*, Vol.21:837-842.
- Rines, H. W. ; R. L. Phillips and D. A. Somers. 1992. Applications of Tissue Culture to Oat Improvement. In: Oat Science and Technology (H. G. Marshall and M. E. Sorrells, co-editors) *Agronomy* no.33 Ed. American Society of Agronomy, Inc. ; Crop Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA. Pp. 777-791.
- Rivera M., M. y Moreno G.,R. 1970. Como aumentar los rendimientos de Avena para grano en la Región Temporalera del Estado de Chihuahua. I. N. I. A. -S. A. G. Circular CIANO N° 36., Chihuahua 21p
- Roberts, D. A. y C. W. Boothroyd. 1972. Fundamentos de Patología Vegetal. Trad. Del Inglés al Castellano por Filomena Díaz C. Ed. Acribia, Zaragoza, España, pp.65-66.
- Robinson, R. A. 1973. Horizontal Resistance. Commonwealth Mycological Institute. *Review of Plant Pathology* 52(8):483-494.
- Robinson, R. A. 1987. Host Management in Crop Pathosystems. MacMillan Publishing Company, New York, USA. 281p.

- Robles S., R. 1991. Genética Elemental y Fitomejoramiento Práctico. Ed. LIMUSA. México, D. F. 477p.
- Robles S., R. 1981. Producción de granos y forrajes. Ed. LIMUSA, México D. F. Pp. 267-284.
- Roca, W. M. y L. A. Mroginski. 1991. Establecimiento de un laboratorio para el cultivo de Tejidos Vegetales. (Capítulo 1). . In: Cultivo de Tejidos en la Agricultura, fundamentos y aplicaciones (Roca W. y L. A. Mroginski eds. tec.) Ed. C.I.A.T. Calí, Colombia. pp. 1-17.
- Roca, W. M.; V. M. Núñez y K. Mornan. 1991. Cultivo de anteras y mejoramiento de plantas (Cap. 11). . In: Cultivo de Tejidos en la Agricultura, fundamentos y aplicaciones (Roca W. y L. A. Mroginski eds. tec.) Ed. C.I.A.T. Calí, Colombia. pp. 271-293.
- Roelfs, A. F. 1985a. Epidemiology in North America (Rusts). In: The Cereal Rusts (Volume II): Diseases, Distribution, Epidemiology and Control. (Roelfs, A. P. and W. R. Bushnell Editors Technical). Editorial Academic Press, Inc. New York, EUA. pp. 403-434.
- Roelfs, A. F. 1985b. Wheat and Rye Stem Rust. In: The Cereal Rusts (Volume II): Diseases, Distribution, Epidemiology and Control. (Roelfs, A. P. and W. R. Bushnell Editors Technical). Editorial Academic Press, Inc. New York, EUA. pp. 3-37.
- Roelfs, A. P., R. P. Singh y E. E. Saari. 1992. Las royas del trigo. CIMMYT, México. 81p.
- 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 de Licenciatura. FAUANL. Marín, N. L.. 58 p.
- Salmerón Z., J. J. y Dyck S. P. 1993. Variedades Mexicanas de Avena. SARH – INIFAP. Campo Experimental Sierra de Chihuahua, Cd. Cuauhtémoc, Chih. 31p.
- Salmerón Z., J. J. D. E. Harder and D. D. Stuthman. 1994. Advance mexican oat germplasm resistant to stem rust (*Puccinia graminis f. sp. avenae*) and crown rust (*Puccinia coronata Cda. f. sp. avenae*) In: Conference American Workers. St. Paul Minnesota, U. S. A. s. p.
- Salmerón Z. , J. J. and J. Huerta E. 1996. Distribution and Virulence of *Puccinia coronata* in México in 1993 - 1994. Revista Mexicana de Fitopatología Vol. 14 (2):124-127.
- Sarasola, A. A. y M. A. Rocca de S. 1975. Fitopatología, curso moderno: Tomo II Micosis. Ed. Centro Regional de Ayuda Técnica AID, Buenos Aires, Argentina. pp. 9-52.
- Schafer, J. F., A. P. Roelfs, and W. R. Bushnell. 1985. Contributions of Early Scientists to Knowledge of Cereal Rusts. In: The Cereal Rusts (Volume I): Origins, Specificity, Structure and Physiology (Roelfs, A. P. and W. R. Bushnell Editors Technical). Editorial Academic Press, Inc. New York, EUA. pp. 3-38.

- Scowcroft, W. R. 1977. Somatic cell genetics and plant improvement. *Advances in Agronomy* 29:39-81
- Semillas Purasangre 1994. Variedades Mexicanas de avena. Publicación Miscelánea. Chihuahua, México, 30p.
- Shepard, J. F., D. Bidney, and E. Shahin. 1980. Potato protoplasts in crop improvement. *Science* 208: 14-24.
- Simons, M. D. and H. C. Murphy 1968. Oat diseases and their control. United States Department of Agriculture (Agricultural Research Service) Handbook No. 343. Washington, D. C.
- Simons, M. D. 1970. Crown rust of oats grasses (Monograph No. 5) Ed. The American Phytopathological Society, The Heffernan Press. Worcester Mass. E:U.A.. 47 p.
- Simons, M. D. 1985. Crown Rust. In: The Cereal Rusts. (Volume II). Diseases, Distribution, Epidemiology, and Control.(A. P. Roelfs and W. R. Bushnell Editors Technical). Editorial Academic Press, Inc. New York, EUA. Pp. 131-172.
- Skoog, F. 1944. Growth and organ formation in tobacco tissue cultures. *American Journal of Botany* 31:19-24.
- Skoog, F. y C. Tsui. 1948. Chemical control of growth and bud formation in tobacco stem segments and callus cultured in vitro. *American Journal of Botany* 35:782-787.
- Sondahl, M. R. ; T. Nakamura, H. P. Medina –Filho, A. Carvalho, L. C. Fazuoli, and W. M. Costa. 1984. Coffee. In: Handbook of plant cell culture. Crop Species Volume 3. (P. V. Ammirato, D. A. Evans, W. R. Sharp, and Y. Yamada, Editors). Macmillan Publishing Co. New York EUA. pp. 564-590.
- Sondahl, M. R. and W. R. Sharp. 1977. Research in *Coffea* spp. And applications of tissue culture methods. In: Plant cell and tissue culture principles and applications (Sharp, W. R. *et al.*, Eds.) Ohio State University Press, Columbus, Ohio, EUA. pp. 527-584.
- Stanton, T. R. 1948. The Present Status of Southern Oat Improvement. *Journal of the American Society of Agronomy* 40:751-757.
- Stanton, T. R. 1961. Classification of Avena. In: Oat and Oat Improvement (Franklin A. Coffman editor). Ed. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, EUA. pp. 75-111.
- Steward, F. C.; M. O. Mapes and K. Mears 1958. Growth and organized development of cultured cells ; 2:Organization in cultures grown from freely suspended cells. *American Journal of Botany* 45:705-708.

- Steward, F. C.; M. O. Mapes; A. E. Kent and R. D. Holsten. 1964. Growth and development of cultured plant cells. *Science* 143:20-22.
- Stubbs, R. W., J. M. Prescott, E. E. Saari y H. J. Dubin. 1986. Manual de metodología sobre las enfermedades de los cereales. CIMMYT, México, 46 p.
- Thomas, H. 1992. Cytogenetics of *Avena*. *In: Oat Science and Technology* (H. G. Marshall and M. E. Sorrells, Co-editors) Ed. ASA and Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA. pp. 473-507.
- Thorpe, T. A. y T. Murashige 1970. Some histochemical changes underlying shoot initiation in tobacco callus. *Canadian Journal of Botany* 48:277-285.
- Thorpe, T. A. 1980. Organogenesis in vitro: Structural, physiological and biochemical aspects. *In: Perspectives in plant cell and tissue culture.* (Vasil, I. K. Ed.) Academic Press, New York. pp. 71-111.
- Tisserat, B.; E. B. Esan and T. Murashige. 1979. Somatic embryogenesis in Angiosperms. *Hort. Rev.*1:1-78.
- Treviño R., J. E. 1986. Estudio del cultivo *in vitro* de embriones inmaduros de *Coffea arabica* L. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE, Departamento de Producción Vegetal, Turrialba, Costa Rica. 170p.
- Treviño R. J. E., F. Zavala G., E. Cárdenas C., C. G. S. Valdés L., J. L. De la Garza G., J. J. Salmerón Z. Y J. C. Montoya M. 1998. Cultivo *in vitro* de explantes de avena (*Avena sativa* L.) para la formación de callo. *In: Memorias del XVII Congreso Nacional de Fitogenética.* Sociedad Mexicana de Fitogenética, Acapulco, Guerrero, México. P.30.
- Valdés L, C. G. S. 1996. Apuntes de clase de la materia "Metodologías tradicionales de mejoramiento de plantas". Subdirección de Estudios de Postgrado, Doctorado en Ciencias Agrícolas, Fac. de Agronomía, UANL., Marín, N. L. México. 425p.
- Vasil, V. and I. K. Vasil. 1980. Isolation and culture of cereal protoplasts; 2: Embryogenesis and plantlet formation from protoplasts of *Pennisetum americanum*. *Theoretical and Applied Genetics* 56:97-100.
- Villalobos A., V. M. 1980. Plantas libres de virus. *Ciencia y Desarrollo, CONACYT (México)* 33:35-49.
- Villalobos A. , V. M. y E. Yeung C. A. García V. 1982a. El papel del cultivo de tejidos en especies forestales. *Ciencia y Desarrollo, CONACYT (México)*51:43-59.
- Villalobos A. , V. M. y A. García V. 1982b. Obtención de plantas de clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) libres de virus por cultivo *in vitro* de meristemas y ápices vegetativos. *Agrociencia* 48:107-118.

- Villalobos A. , V. M. 1985. Organogénesis In: Curso de Fundamentos Teóricos-Prácticos de Cultivo de Tejidos Vegetales (Victor M. Villalobos Ed. Técnico). Laboratorio de Biotecnología Vegetal, Centro de Genética, Colegio de Postgraduados, Unidad Montecillos, Texcoco, Edo. de México, México. pp. 72-78.
- Villalobos A. V. M. y T. A. Thorpe. 1991. Micropropagación: conceptos, metodología y resultados. In: Cultivo de Tejidos en la Agricultura, fundamentos y aplicaciones (Roca W. y L. A. Mroginski eds. tec.) Ed. C.I.A.T. Calí, Colombia. pp. 127-141.
- Villarreal G. J. 1977. Estudio de los suelos y Generalidades del Aprovechamiento Agropecuario de la Zona Sur del Estado de Nuevo León. (Trabajo presentado para obtener el Grado de Maestro en Ciencias dentro del programa de graduados en Agricultura Especialidad en Uso y Conservación del Agua, ITESM) Editorial Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos- ITESM. Monterrey , N. L. 154p.
- Weaver, S. H. 1992. Oat Breeding, Biotechnology and value – Added Traits. In: Proceedings of the Fourth International Oat Conference. Adelaide, South Australia pp.1-3.
- Webster, F. H. 1992 Developments in Oat biotechnology In: Proceedings of the fourth Inter. Oat Conf. Adelaide, South Australia pp. 101-105.
- Wernicke, W. and R. Brettell 1980. Somatic embryogenesis from Sorghum bicolor leaves. Nature 287:138-139.
- Yeung, E. C., T. A. Thorpe and C. J. Jensen. 1981. *In vitro* fertilization and embryo culture. In: Plant tissue culture. Methods and Applications in Agriculture. (Thorpe, T. A., Ed.) New York, Academic Press. pp. 253-271.
- Zillinsky F. J.; K. Sadanaga; M. D. Simons, and H. C. Murphy. 1959. Rust - resistant tetraploid derivatives from crosses between *Avena abyssinica* and *A. strigosa*. Agronomy Journal 51:343-345.

7. APÉNDICE

Cuadro 1A. Evaluación de variedades comerciales de avena bajo la acción del fungicida sistémico TILT^{MR} Marín, N.L. (invierno 1994 -1995).

Variedad	Rendimiento de forraje Seco ton ha ⁻¹	Daño por roya (%)
11 Saia	11.48 a	0
10 Cuauhtémoc	9.45 ab	15MR
12 Juchitepec	9.58 ab	0
7 Chihuahua	9.18 ab	15MR
8 Tarahumara	8.66 b	0
5 Páramo	8.78 b	0
6 Papigochi	8.91 b	0
2 Pampas	8.41 b	0
1 Babicora	8.81 b	0
9 Raramuri	7.61 b	0
3 Cusihuiachi	7.83 b	0
4 Guelatao	4.82 c	15MR

Valores unidos con la misma letra son iguales estadísticamente(Tukey 0.05). C.V.=20.05 %

Cuadro 2A. Evaluación de forraje seco y porcentaje de daño por roya de la corona - reacción de variedades comerciales de avena, Marín, N.L. (invierno 94 - 95)

Variedad	Forraje Seco (ton ha ⁻¹)	% Daño y reacción a la roya
8 Tarahumara	9.95 a	40 MS
10 Cuauhtemoc	9.92 a	60 S
7 Chihuahua	9.01 a	40 MS
2 Pampas	8.98 a	40 S
12 Juchitepec	8.67 a	40 S
11 Saia	8.52 a	5R-In.
1. Babicora	7.35 a	20 MR
6 Papigochi	7.06 a	20 MR
5 Paramo	6.35 a	40 S
4 Guelatao	5.92 a	30 MR
9 Raramuri	5.90 a	60 S
3 Cusihuiachi	2.77 a	60 S

Valores unidos con la misma letra son iguales estadísticamente (Tukey 0.05). C.V.=31.48%

Cuadro 3A. Evaluación de forraje seco y verde; porciento de daño por roya de la corona y reacción de 13 variedades comerciales de avena, Gral. Terán, N. L. (invierno 94 - 95).

Variedades	F. Seco ton ha ⁻¹	Daño por roya (%)
11 Saia	8.62 a	5R-In.
10 Cuauhtémoc	8.60 a	60 S
13 Coronado	8.20 a	60 S
1. Babicora	7.57 a	20 MR
12 Juchitepec	5.91 bc	60 MS
2 Pampas	5.90 bc	60 S
6 Papigochi	5.80 bc	60 MS
8 Tarahumara	5.77 bc	60 S
4 Guelatao	5.63 c	30 MR
9 Raramuri	5.29 c	60 S
3 Cusihuirachi	4.76 c	60 MS
7 Chihuahua	4.76 c	60 MS
5 Paramo	4.69 c	60 S

Valores unidos con la misma letra son iguales estadísticamente (Tukey 0.05). C.V.=21.36%

Cuadro 4A Evaluación de forraje seco y porciento de daño de roya - reacción de variedades comerciales de avena en la Ascensión, Aramberri, N. L. verano 95

Variedad	Peso Seco (ton · ha ⁻¹)	% Daño y reacción
10 Cuauhtémoc	8.35 a	20 S
1. Babicora	7.56 ab	20 MR
3 Cusihuirachi	7.54 ab	30 S
4 Guelatao	7.03 ab	20 MR
2 Pampas	6.50 bc	40 S
12 Juchitepec	6.47 bc	20 MS
9 Raramuri	6.34 bcd	40 S
7 Chihuahua	6.25 bcd	20 MS
11 Saia	5.90 bcd	5R-In.
6 Papigochi	5.77 bcd	20 MS
8 Tarahumara	5.74 bcd	40 S
5 Páramo	4.92 cd	30 MS
13 Coronado	4.59 d	40 S

Valores unidos con la misma letra son iguales estadísticamente (Tukey 0.05). C.V.=20.19%

Cuadro 5A. Evaluación de forraje seco y porcentaje de daño de roya - reacción de variedades comerciales de avena en, Marín N. L. invierno 95 - 96.

Variedad	Peso Seco (ton · ha ⁻¹)	% Daño y reacción
16 Coker	7.57 a	10 R
15 Tamo	7.09 a	10 R
7 Chihuahua	7.04 a	40 S
2 Pampas	6.48 a	40 S
1. Babicora	6.44 a	10 MR
6 Papigochi	6.35 a	10 MR
12 Juchitepec	6.27 a	30 S
9 Raramuri	6.20 a	60 S
13 Coronado	6.06 a	10 MS
3 Cusihuiachi	6.00 a	50 S
8 Tarahumara	5.80 a	40 MS
4 Guelatao	5.65 a	40 MR
10 Cuauhtémoc	5.61 a	60 S
11 Saia	5.60 a	Immune
5 Páramo	5.52 a	50 S
14 Diamante	5.27 a	50 S

Valores unidos con la misma letra son iguales estadísticamente (Tukey 0.05) C:V: = 23.73 %

Cuadro 6A. Comparación de medias para la variable rendimiento de forraje seco. Datos de porcentaje de daño de roya de 16 variedades comerciales de avena bajo la acción de un fungicida sistémico, Marín, N. L. invierno 95-96.

Variedad	Seco	Daño por roya (%)
13 Coronado	9.77 a	0
15. Tamo	9.58 a	0
16. Coker	9.45 a	0
11 Saia	8.07 ab	0
7 Chihuahua	7.77 ab	0
6 Papigochi	7.71 ab	0
12 Juchitepec	7.40 ab	0
8 Tarahumara	7.35 ab	0
10 Cuauhtémoc	7.24 ab	0
1. Babicora	7.11 ab	0
2 Pampas	6.91 ab	0
5 Páramo	6.73 ab	0
3 Cusihuiachi	6.66 ab	0
4 Guelatao	6.62 ab	0
9 Raramuri	6.09 ab	0
14 Diamante	5.03 ab	0

Valores unidos con la misma letra son iguales estadísticamente Tukey 0.05 CV. 21.60 %.

Cuadro 7A. Comparación de valores numéricos para las variables rendimiento de forraje seco y porciento de daño por roya - reacción de variedades comerciales de avena, Marín, N. L. Invierno 95-96.

VAR. COMERCIAL (PEDIGREE)	RENDIMIENTO F.S.(ton ha ⁻¹)	% DE DAÑO- REACCION ROYA
1 MILTON	4.24a	30 MS
2 MN8431231	5.84a	30 MR
3 O. AMAG	4.20a	10 R
4 S. AMAG	5.13a	20 R-MR
5 WI 2977-1 / 77151 // Ogle	4.36a	20 MR
6 O // G / 836 / 3 / AVON / 4 / PRESTON / 5 / ND82094	3.59a	20 R
7 O // G / 836 / 3 / AVON / 4 / PRESTON / 5 / STARTER	5.06a	20 MR
8 MN84231 / Starter	5.80a	20 R
9 PAL	5.41a	20 MR
10 PUR. 76178D1 / 3 / WI. 1961-1 / NO // PUR. 72288	5.71a	20 MS-MR
11 Valley / P76178D1	3.90a	20 MS
12 Starter / MN84231	4.20a	20 MR
13 DANE	2.66a	20 R-MR
14 MN84231 / Starter	4.11a	20MR
15 MN84231 / Starter	4.40a	10 R
16 MN86209 / P76178D1	4.23a	20 MR
17 TROY	4.50a	20 MS
18 Whitestone	4.41a	20 MR
19 STARTER / 84231	4.88a	20 MS
20 85208 / HORICON	5.30a	20 MR
21 HORICON / PUR. 76178D1	5.15a	20 MR
22 INO9201	5.35a	20 MS-MR
23 ND830646 / C5-1	5.93a	20 MR-R
24 PUR.76163A1-14-5-3-13	5.01a	10 R
25 NEWDAK / 85208	5.41a	10 MR
26 HORICON / 84231	4.05a	20 MR
27 JERRY	5.56a	20 MS
28 VALLEY / PUR. 76478D1	4.15a	60 S
29 WI. 1961-1 / NO / PUR. 72288 / 3 / PUR. 761781	5.47a	20 S-MS
30 STARTER / 84231	3.96a	20 MS-S
31 STARTER / 84231	4.82a	40 S
32 PAUL	4.31a	20 R
33 HORICON / PUR. 76178D1	4.47a	10 MR
34 WI. 4877-2 // WI. 1961-1 / NO / 3 / PUR. 72288	4.42a	20 MR
35 NEWDAK / 86209	4.31a	20 S
36 WI. X5673-2	6.11a	20 S
37 HORICON / 84231 // 86108	5.48a	20 R-MR
38 84231 // HORICON / TROY	4.67a	20 MS
39 84231 // HORICON / TROY	5.66a	20 S-MS 20
40 P88122E1	6.18a	R-MR
41 CORONADO (T)	4.54a	20 MS
42 CUAUHTEMOC (T)	6.12a	40 S
43 SAIA (T)	3.71a	Immune

Nota: No existió diferencia estadística entre las medias comparadas.CV.= 30.57 %

Las variedades 41, 42 y 43 son testigos Exp. (Coronado , Cuauhtémoc y Saia)

*La descripción de variedades aparece en el Cuadro 16 de Materiales y Métodos página 126.

Prueba de Tuckey al 0.05 de significancia. Letras iguales significa igualdad estadística en los valores de las medias.

R= resistente, MR=Moderadamente resistente, MS=Moderadamente susceptible, S= Susceptible.

Cuadro 8A. Comparación de medias para las variables rendimiento de forraje seco y porcentaje de daño por roya - reacción de genotipos Elite Marin, N. L. invierno 95 - 96.

No. de Genotipo*	Rendimiento de forraje seco ton· ha. ⁻¹	% de daño y reacción - a la roya
18 ND862415 / BROWN	7.58 a	30 S
13 TROY / PA. 8393-17361	5.80 ab	10 R
16 HORICON / MN84234 // MN86108	5.72 ab	20 MS
15 VALLEY / PUR. 76178D1	5.70 ab	20 MS
12 IL. 83-8037 // STARTER / 17	5.62 ab	10 R
5 MN88231 / PUR869D1 // MN86226	5.01 ab	10 R
17 88231 / PUR. 869D1 // 86226	4.91 ab	20 MR
14 TROY / PA. 8393-17361	4.73 ab	20 MR
19 86209 / PUR76178D1	4.66 ab	30 S
11 85208 / HORICON	4.60 ab	20 MR
9 MARION / PREMIER	4.38 ab	20 R
4 MN88231 / PUR869D1 // MN86226	4.20 ab	20 MS
3 PUR. 76178D1 / 3 / WL. 1961-1 / NO	3.76 ab	20 R
8 MN86228 / R. S. OP271	3.59 ab	20 R
1 88231 / STARTER	3.38 ab	20 MS
10 MN84231 / MN86108	3.38 ab	10 MR
2 MN86226 // PUR7869D1 / MN88231	3.30 b	20 MR
7 MN86228 / R. S. OP271	3.18 b	40 S
6 STARTER / 84231	2.08 b	40 S

Valores con la misma letra son iguales estadísticamente al .05 de probabilidad. CV. = 23.33 %

*La descripción de los genotipos elite aparece en el Cuadro 18 de Materiales y Métodos página 129

Cuadro 9A. Comparación de medias para las variables rendimiento de forraje seco y porcentaje de daño ocasionado por la roya - reacción de variedades comerciales de avena Campo Agrícola Experimental del INIFAP; Gral. Terán, N. L. Inv. 95-96."

Variedad	forraje seco (Ton/ha)	% de daño y reacción
1 Babicora	8.40 a	80 MS
2 Pampas	6.27 ab	80 MS
3 Cusihuirachi	6.65 ab	90 MS
4 Guelatao	6.12 ab	90 MS
5 Páramo	6.88 ab	90 S
6 Papigochi	6.45 ab	90 S
7 Chihuahua	6.68 ab	90 MS
8 Tarahumara	6.63 ab	80 MS
9 Raramuri	6.38 ab	40 MS
10 Cuauhtémoc	6.22 ab	90 S
12 Juchitepec	5.18 b	60 S
11 Saia	6.33 ab	Immune
13 Coronado	7.38 ab	10 MR
14 Diamante	5.91 ab	80 S
15. Tamo	7.94 ab	5 R
16. Coker	8.55 a	10 MR

Valores unidos con la misma letra son iguales estadísticamente (Tuckey 0.05) C.V. 18.57 %.

Cuadro 10A. Comparación de medias de rendimiento de seco
Ton. ha.⁻¹ y porcentaje de daño-reacción de
16 variedades y 5 líneas experimentales F₅.
La Ascensión, Arramberi, N. L. FAUANL ,
verano 1996.

Variedades o Líneas	Forraje Seco Ton ha ⁻¹	% de Daño y Reacción
1.- Babicora	2.16 ABC	60 S
2.- Pampas	2.18 ABC	20 S
3. Cusihuirachi	2.20 ABC	60 S
4.-Guelatao	1.70ABC	40 MS
5.- Páramo	2.63AB	20 MS
6.- Papigochi	2.07AB	60 S
7. Chihuahua	1.69ABC	60 S
8. Tarahumara	1.98ABC	20 MS
9.- Raramuri	2.52AB	70 S
10.Cuauhtémoc	2.32AB	10 R
11.- Saia	0.99BCD	INMUNE
12. Juchitepec	2.58AB	10 MR
13. Coronado	0.95 CD	20MR
14. Diamante	2.40AB	20 MR
15.- Tamo	1.34ABC	10 R
16.- Coker	1.56ABC	INMUNE
17.- 135 (1)	1.58ABC	10 R
18.- 164 (3)	1.66ABC	10R
19.- 170 (2)	0.84CD	20 MS
20.- 177 (2)	1.50 BC	20 MR
21.- 225 (2)	1.43ABC	10 R

Valores unidos con la misma letra son iguales estadísticamente (DMS 0.05) C. V. 35.01%.

Cuadro 11A. Comparación de medias para la variable rendimiento de forraje seco ton ha⁻¹ y porcentaje de daño-reacción a la roya de la corona de 40 variedades experimentales La Ascensión, Aramberri, N. L.”

VAR. EXPERIMENTALES (PEDIGREE)	RENDIMIENTO F.S.(ton ha ⁻¹)	% DE DAÑO- REACCION ROYA
1 MILTON	1.51 a	10 MR
2 MN8431231	1.90 a	20 MR
3 O. AMAG	2.26 a	20 R
4 S. AMAG	2.36 a	10 R
5 WI 2977-1 / 77151 // Ogle	2.38 a	40 S
6 O // G / 836 / 3 / AVON / 4 / PRESTON / 5 / ND82094	2.40 a	60 S
7 O // G / 836 / 3 / AVON / 4 / PRESTON / 5 / STARTER	1.91 a	40 S
8 MN84231 / Starter	2.46 a	20 MR
9 PAL	2.22 a	10 MR
10 PUR. 76178D1 / 3 / WI. 1961-1 / NO // PUR. 72288	1.66 a	20 MR-MS
11 Valley / P76178D1	1.87 a	20 MR
12 Starter / MN84231	1.35 a	10 R
13 DANE	1.17 a	20 R
14 MN84231 / Starter	1.94 a	20 MR
15 MN84231 / Starter	2.11 a	20 MR
16 MN86209 / P76178D1	2.57 a	10 R
17 TROY	1.98 a	20 R
18 Whitestone	1.71 a	20 R
19 STARTER / 84231	2.05 a	10 MR
20 85208 / HORICON	1.86 a	20 MR
21 HORICON / PUR. 76178D1	1.60 a	40 S
22 INO9201	1.41 a	60 S
23 ND830646 / C5-1	1.95 a	20 MS-MR
24 PUR.76163A1-14-5-3-13	1.38 a	30 MR
25 NEWDAK / 85208	1.61 a	20 MR
26 HORICON / 84231	1.70 a	20 MR
27 JERRY	1.94 a	20 MR
28 VALLEY / PUR. 76478D1	0.99 a	20 MS
29 WI. 1961-1 / NO / PUR. 72288 / 3 / PUR. 761781	2.55 a	40 S
30 STARTER / 84231	1.77 a	60 S
31 STARTER / 84231	1.54 a	40 MS
32 PAUL	2.12 a	20 R
33 HORICON / PUR. 76178D1	2.56 a	10 R
34 WI. 4877-2 // WI. 1961-1 / NO / 3 / PUR. 72288	2.65 a	10 R
35 NEWDAK / 86209	2.23 a	10 R
36 WI. X5673-2	2.06 a	20 MR
37 HORICON / 84231 // 86108	1.21 a	10 R
38 84231 // HORICON / TROY	1.59 a	10 R
39 84231 // HORICON / TROY	2.30 a	10 MR
40 P88122E1	2.59 a	20 MR
41 CORONADO (T)	1.74 a	20 MR
42 CUAUHTEMOC (T)	2.56 a	60 S
43 SAIA (T)	1.91 a	10 R

Nota: No existió diferencia estadística entre las medias comparadas. C. V. = 29.00 %

Las variedades 41, 42 y 43 son testigos Exp. (Coronado , Cuauhtémoc y Saia)

*La descripción de variedades aparece en el Cuadro 16 de Materiales y Métodos página 126.

Prueba de Tuckey al 0.05 de significancia. Letras iguales significa igualdad estadística en los valores de las medias.

R= resistente, MR=Moderadamente resistente, MS=Moderadamente susceptible, S= Susceptible.

Cuadro 12A .Comparación de valores numéricos para la variable rendimiento de forraje seco
Ton. ha.⁻¹ y porciento de daño-reacción a la roya de la corona de 19 genotipos
elite La Ascensión, Aramberri, N. L. ”

Genotipos Elite*	Forraje seco	
	Ton. ha. ⁻¹	% de daño y reacción
1 88231 / STARTER	2.36 a	40 MR
2 MN86226 // PUR7869D1 / MN88231	2.16 a	20 MS
3 PUR. 76178D1 / 3 / WI. 1961-1 / NO	1.86 a	10 R
4 MN88231 / PUR869D1 // MN86226	2.25 a	30 S
5 MN88231 / PUR869D1 // MN86226	2.07 a	10 R
6 STARTER / 84231	2.48 a	60 S
7 MN86228 / R. S. OP271	2.08 a	20 MS
8 MN86228 / R. S. OP271	2.37 a	10 R
9 MARION / PREMIER	1.92 a	20 MR
10 MN84231 / MN86108	1.85 a	10 MR
11 85208 / HORICON	2.41 a	20 MR
12 IL. 83-8037 // STARTER / 17	2.52 a	10 MR
13 TROY / PA. 8393-17361	2.26 a	20 R
14 TROY / PA. 8393-17361	2.41 a	20 MR
15 VALLEY / PUR. 76178D1	1.98 a	20 MS
16 HORICON / MN84234 // MN86108	2.33 a	20 MS
17 88231 / PUR. 869D1 // 86226	2.43 a	40 MR
18 ND862415 / BROWN	2.14 a	40 MS
19 86209 / PUR76178D1	2.08 a	40 MS-MR

* La descripción de los genotipos elite aparece en el Cuadro 17 de Materiales y Métodos página 127. CV.= 17.15%

Cuadro 13A. Valores promedio de las variables agronómicas consideradas en el
experimento. Evaluación de 22 genotipos de avena en Marín, N.L.
Invierno 1996-97.

VARIETADES/LÍNEAS AVANZADAS	ALTURA DE PLANTA	NUMERO MACOLLOS	NUMERO HOJAS	RENDIMIENTO FORRAJE SECO	LONGITUD INFLOR.	RESPUESTA ROYA
1. Babicora	95.28	4.25	6.00	5.4 A B C D	19.90	40 S-MS
2. Pampas	115.9	4.25	6.00	7.7 A B C	22.88	60 MS-S
3. Cusihiuriachi	89.43	4.25	6.00	5.7 A B C D	18.90	80 S
4. Guelatao	114.9	5.00	6.25	7.6 A B C	23.00	40 MS-S
5. Páramo	103.5	4.75	6.00	4.1 B C D	18.28	80 S
6. Papigochi	104.8	4.75	6.00	4.8 A B C D	20.88	80 S
7. Chihuahua	84.00	5.00	6.00	3.9 B C D	16.80	80 S
8. Tarahumara	81.63	4.50	6.00	5.7 A B C D	18.38	60 S
9. Raramuri	93.00	5.00	6.00	6.3 A B C D	21.63	60 S
10. Cuauhtémoc	97.13	5.50	6.00	3.9 C D	18.15	80 S
11. Saia	126.2	7.25	7.00	7.1 A B C	22.25	20 R
12. Juchitepec	91.15	5.25	6.00	4.7 A B C D	19.40	60 S
13. Coronado	105.5	5.25	6.25	7.8 A B	22.08	40 MR-MS
14. Diamante	95.75	4.50	6.00	5.2 A B C D	19.93	60 S
15. Tamo	103.8	5.00	6.50	6.6 A B C D	25.75	20 R-MR
16. Coker	105.00	5.75	6.50	6.9 A B C D	24.58	40 MR-MS
17. Furgón 1	102.3	5.00	6.25	4.7 A B C D	20.28	60 S
18. L 135(1) (F ₇)	92.68	4.50	6.00	7.8 A B	25.38	40 R
19. L 164(3) (F ₇)	117.0	5.50	6.50	8.3 A	24.28	20 R-MR
20. L 170(1) (F ₅)	99.38	3.25	6.00	3.1 D	19.98	40 S-MS
21. L 177(2) (F ₇)	118.1	4.25	6.75	8.3 A	26.38	20 R-MR
22. L 225(2) (F ₇)	95.35	5.25	6.00	7.5 A B C	24.45	20 R-MR

Nota: Prueba de Tuckey al 0.05 de significancia. Letras iguales significa igualdad estadística en los valores de las medias. R= resistente, MR=Moderadamente resistente, MS=Moderadamente susceptible, S= Susceptible. C. V. = 24.62%

Cuadro 14A. Genealogía, reacción a la roya y Comparación de medias de forraje seco de las 40 variedades avanzadas de la colección de Minnesota, E.U.A (segundo grupo). Marín, N.L. Invierno 1996-1997.

PEDIGREE	RENDIMIENTO	REACCION
	F.S.(ton ha ⁻¹)	ROYA
1 MILTON	4.45 BCDEF	30 MS
2 MN8431231	5.11 ABCDE	30 MR-R
3 O. AMAG	3.90 BCDEF	10 R
4 S. AMAG	4.67 ABCDE	20 R-MR
5 WI 2977-1/77151//Ogle	4.45 BCDEF	20 MR
6 O // G / 836 / 3 / AVON / 4 /PRESTON / 5 / ND82094	3.32 CDEF	20 R
7 O // G / 836 / 3 / AVON / 4 /PRESTON / 5 / STARTER	4.23 BCDEF	20 MR-R
8 MN84231 / Starter	4.98 ABCDE	10 R
9 PAL	4.39 BCDEF	10 R-MR
10 PUR. 76178D1 / 3 / WI. 1961-1 / NO // PUR. 72288	5.35 ABC	20 MS
11 Valley / P76178D1	3.00 EF	20 MS
12 Starter / MN84231	3.86 BCDEF	20 S
13 DANE	2.50 F	20 MR
14 MN84231 / Starter	4.27 BCDEF	20 MR
15 MN84231 / Starter	3.02 EF	10 R
16 MN86209 / P76178D1	4.14 BCDEF	20 MR-MS
17 TROY	3.75 BCDEF	20 S
18 Whitestone	3.99 BCDEF	20 MR
19 STARTER / 84231	3.43 CDEF	20 S-MS
20 85208 / HORICON	5.35 ABC	20 MR
21 HORICON / PUR. 76178D1	4.46 ABCDEF	20 MR
22 INO9201	3.05 DEF	20 MS-S
23 ND830646 / C5-1	5.20 ABCD	20 R
24 PUR.76163A1-14-5-3-13	4.45 BCDEF	10 R
25 NEWDAK / 85208	5.00 ABCDE	10 MR
26 HORICON / 84231	4.00 BCDEF	20 MR
27 JERRY	3.52 CDEF	20 S
28 VALLEY / PUR. 76478D1	3.76 BCDEF	60 S
29 WI. 1961-1 / NO / PUR. 72288 / 3 / PUR. 761781	4.70 ABCDE	20 S
30 STARTER / 84231	4.00 BCDEF	20 MS
31 STARTER / 84231	4.75 ABCDE	40 S
32 PAUL	4.36 BCDEF	20 R
33 HORICON / PUR. 76178D1	4.04 BCDEF	10 MS
34 WI. 4877-2 // WI. 1961-1 / NO / 3 / PUR. 72288	4.71 ABCDE	20 MR
35 NEWDAK / 86209	3.27 CDEF	20 S
36 WI. X5673-2	5.90 AB	30 S
37 HORICON / 84231 // 86108	5.21 ABC	20 MR
38 84231 // HORICON / TROY	5.07 ABCDE	20 MS
39 84231 // HORICON / TROY	5.38 ABC	20 S
40 P88122E1	5.14 ABCDE	30 MR-R
41 CUAUHEMOC (T)	4.64 ABCDEF	60 S
42 CORONADO(T)	6.61 A	40 MS-S
43 SAIA (T)	4.10 BCDEF	10R

Nota: Prueba de Tuckey al 0.05 de significancia. Letras iguales significa igualdad estadística en los valores de las medias. R= resistente, MR=Moderadamente resistente, MS=Moderadamente susceptible, S= Susceptible. CV.= 13.08%

Cuadro 15A. Valores promedio de las variables agronómicas consideradas en el experimento y comparación de medias para la variable rendimiento de forraje seco (ton ha⁻¹). Evaluación de 22 genotipos de avena en Gral. Terán, N.L. Invierno 1996-1997.

VARIETADES/LINEAS AVANZADAS	ALTURA PLANTA	MACOLLOS PLANTA	NUMERO HOJAS	FORRAJE VERDE	FORRAJE SECO	LONG. INFLOR	RESPUESTA ROYA
1. Babicora	101.3	4.25	6.25	16.89	3.23 DEFG	21.37	80S
2. Pampas	96.75	3.5	6.0	12.9	2.60 EFG	19.0	60S-MS
3. Cusihuirachi	89.25	4.0	6.0	16.25	3.22 DEFG	20.0	60MS-S
4. Guelatao	89.0	4.5	6.0	17.63	3.49 CDEFG	16.05	40MS-S
5. Páramo	103.3	5.0	6.0	13.53	2.84 DEFG	21.65	60S
6. Papigochi	106.5	4.0	6.0	13.5	3.22 DEFG	20.75	40MS-S
7. Chihuahua	89.25	4.0	6.0	8.83	2.39 FG	18.6	80S
8. Tarahumara	87.25	4.75	6.0	16.71	3.315 DEFG	17.9	60S
9. Raramuri	99.05	4.75	6.25	17.12	3.725 BCDEFG	18.35	80S
10. Cuauhtémoc	85.25	4.5	6.0	14.16	2.938 DEFG	18.15	40MS-S
11. Saia	131.8	8.25	7.0	27.18	5.625 ABCD	24.9	10R
12. Juchitepec	93.75	4.5	6.25	17.74	3.533 CDEFG	18.05	80S
13. Coronado	111.0	5.75	6.5	22.91	4.625 ABCDEF	22.45	40MS-S
14. Diamante	86.75	4.75	6.0	21.14	4.24 ABCDEFG	19.03	40MS-S
15. Tamo	109.6	5.25	6.25	27.12	5.67 ABCD	21.15	40MR-R
16. Coker	112.1	5.5	6.5	30.77	6.65 AB	24.15	40MR-R
17. Furgón 1	125.5	5.25	7.00	16.09	3.34 DEFG	28.75	60S
18. L 135(1) (F ₇)	83.0	4.75	6.25	28.98	6.96 A	18.38	40R-MR
19. L 164(3) (F ₇)	109.0	5.0	6.75	29.1	6.32 ABC	24.05	40R-MR
20. L 170(1) (F ₅)	93.75	3.75	6.0	7.30	1.4 G	16.83	80S
21. L 177(2) (F ₇)	103.4	5.5	6.25	21.96	5.48 ABCDE	20.95	40R-MR
22. L 225(2) (F ₇)	88.75	4.75	6.00	21.85	4.84 ABCDEF	17.38	20R-MR

Nota: Prueba de Tuckey al 0.05 de significancia. Letras iguales significa igualdad estadística en los valores de las medias. R= resistente, MR=Moderadamente resistente, MS=Moderadamente susceptible, S= Susceptible. CV.= 24.27%

Cuadro 16A. Genealogía, Rendimiento de forraje seco y reacción a la roya de la hoja de las 40 nuevas variedades de Avena de la Colección de la Universidad de Minnesota, EUA y tres variedades testigo. Terán, N.L. Invierno 1996-1997.

PEDIGREE	RENDIMIENTO	REACCION
	F.S.	ROYA
1 MILTON	4.55 ABCD	40 MS
2 MN8431231	4.72 ABCD	40 MR
3 O. AMAG	3.97 ABCD	10 R
4 S. AMAG	4.55 ABCD	20 MR
5 WI 2977-1 / 77151 // Ogle	2.90 CD	20 MR
6 O // G / 836 / 3 / AVON / 4 / PRESTON / 5 / ND82094	3.58 ABCD	20 R
7 O // G / 836 / 3 / AVON / 4 / PRESTON / 5 / STARTER	3.65 ABCD	20 MR
8 MN84231 / Starter	6.50 A	10 R
9 PAL	4.60 ABCD	10 MR
10 PUR. 76178D1 / 3 / WI. 1961-1 / NO // PUR. 72288	4.45 ABCD	20 MS
11 Valley / P76178D1	3.26 BCD	20 S
12 Starter / MN84231	4.00 ABCD	20 S
13 DANE	2.26 D	20 S
14 MN84231 / Starter	5.13 ABCD	20 MR
15 MN84231 / Starter	3.60 ABCD	10 R
16 MN86209 / P76178D1	3.95 ABCD	20 MS
17 TROY	4.00 ABCD	20 S
18 Whitestone	3.88 ABCD	20 MR
19 STARTER / 84231	3.47 ABCD	20 MS
20 85208 / HORICON	4.39 ABCD	20 S
21 HORICON / PUR. 76178D1	3.92 ABCD	20 S
22 INO9201	2.45 D	20 S
23 ND830646 / C5-1	4.05 ABCD	20 R
24 PUR.76163A1-14-5-3-13	4.21 ABCD	10 R
25 NEWDAK / 85208	4.80 ABCD	10 MR
26 HORICON / 84231	3.54 ABCD	20 MR
27 JERRY	3.03 CD	40 S
28 VALLEY / PUR. 76478D1	3.22 BCD	60 S
29 WI. 1961-1 / NO / PUR. 72288 / 3 / PUR. 761781	3.60 ABCD	40 S
30 STARTER / 84231	3.72 ABCD	20 S
31 STARTER / 84231	4.25 ABCD	40 S
32 PAUL	3.81 ABCD	10 R
33 HORICON / PUR. 76178D1	4.05 ABCD	20 MS
34 WI. 4877-2 // WI. 1961-1 / NO / 3 / PUR. 72288	4.55 ABCD	20 MR
35 NEWDAK / 86209	3.05 CD	20 S
36 WI. X5673-2	5.00 ABCD	40 S
37 HORICON / 84231 // 86108	5.70 ABC	40 S
38 84231 // HORICON / TROY	4.57 ABCD	20 MS
39 84231 // HORICON / TROY	4.70 ABCD	20 S
40 P88122E1	5.06 ABCD	30 R
41 CUAUHTEMOC (T)	5.86 ABC	60 S
42 CORONADO(T)	6.15 AB	40 MS-S
43 SAIA (T)	4.25 ABCD	5 R

Nota: Prueba de Tuckey al 0.05 de significancia. Letras iguales significa igualdad estadística en los valores de las medias. R= resistente, MR=Moderadamente resistente, MS=Moderadamente susceptible, S= Susceptible. CV.= 19.25%

Cuadro 17A. Evaluación de forraje seco y porciento de daño por roya – reacción de variedades comerciales y líneas avanzadas de avena en Marín, N.L. Invierno. 1997-1998.

Variedades/Líneas Avanzadas	Forraje Seco (t ha ⁻¹)	Daño y reacción a roya(%)
1. Babicora	7.49 AB	40S-MS
2. Pampas	7.70 AB	40S-MS
3. Cusihuirachi	6.58 AB	40MS
4. Guelatao	7.62 AB	40MR-MS
5. Páramo	8.17 AB	60S
6. Papigochi	7.81 AB	40MS-S
7. Chihuahua	7.89 AB	60S
8. Tarahumara	6.98 AB	40MS-MR
9. Raramuri	6.57 AB	40MS-S
10. Cuauhtémoc	7.10 AB	60S
11. Saia	7.81 AB	10R-In
12. Juchitepec	4.78 B	40MS-S
13. Coronado	7.52 AB	40MS-S
14. Diamante	6.55 AB	20MS
15. Tamo	7.98 AB	40MR-R
16. Coker	7.74 AB	40MR-R
17. Furgón 1	8.04 AB	60S
L 135(1) (F ₇)	9.50 A	10R
L 164(3) (F ₇)	7.89 AB	10R
L 138(1) (F ₅)	9.29 A	10R
L 177(2) (F ₇)	6.53 AB	20MR-MS
L 225(2) (F ₇)	7.73 AB	20R-MR

*Medias con la misma letra son iguales estadísticamente, Tukey.5% CV.= 17.91%

**Las líneas F₇ son de la Colección de Quaker Oat Nursery y la F₅ es de la Colección de la Univ. de Minnesota EUA.

Cuadro 18A. Evaluación de forraje seco y verde; y porciento de daño por roya – reacción de variedades comerciales y líneas avanzadas de avena en Gral. Terán, N.L. Invierno. 1997-1998.

Variedades/Líneas Avanzadas	Forraje Seco (t ha ⁻¹)	Daño y reacción a roya(%)
1. Babicora	10.01 ABCDEF	60S-MS
2. Pampas	10.40 ABCDEF	60S-MS
3. Cusihuirachi	10.97 ABCDE	60MS
4. Guelatao	11.17 ABCD	30MR-MS
5. Páramo	10.08 ABCD	60S
6. Papigochi	9.87 BCDEF	40MS-S
7. Chihuahua	9.77 CDEF	80S
8. Tarahumara	10.25 ABCDEF	60S
9. Raramuri	10.60 ABCDEF	60S
10. Cuauhtémoc	8.35 F	80S
11. Saia	6.08 G	10R
12. Juchitepec	8.42 EF	60MS-S
13. Coronado	9.50 DEF	60MS-S
14. Diamante	10.19 ABCDEF	40MS-S
15. Tamo	10.52 ABCDEF	40MR-MS
16. Coker	9.62 DEF	40MR-MS
17. Furgón 1	10.25 ABCDEF	60S
L 135(1) (F ₇)	10.03 ABCDEF	10R
L 164(3) (F ₇)	12.00 AB	10R
L 138(1) (F ₅)	12.06 A	10R
L 177(2) (F ₇)	11.89 ABC	40MR-MS
L 225(2) (F ₇)	9.06 DEF	20R-MR

*Medias con la misma letra son iguales estadísticamente, Tukey.5%. CV.= 8.10%

Cuadro 19A.- Comparación de medias de 113 líneas segregantes F₃ y dos variedades comerciales de avena (testigos promedios de 22 repeticiones), considerando su reacción de resistencia a la roya y su rendimiento de forraje seco (Marín, N. L. Invierno 94 - 95).

No. de Línea	Rendimiento Forraje seco Ton ha ⁻¹	Reacción a la Roya	No. de Línea	Rendimiento Forraje seco Ton ha ⁻¹	Reacción a la Roya	No. de Línea	Rendimiento Forraje seco Ton ha ⁻¹	Reacción a la Roya
121	10.10	60 S	160	8.55	10 MR	199	9.45	20 S
122	9.32	20 MR	161	12.90	20 R	200	10.42	20 S
123	11.18	60 S	162	12.12	20 MS	201	12.80	20 R
124	10.48	20 R	163	7.75	20 MR	202	12.90	40 S
125	10.90	10 R	164	6.02	20 R	203	10.77	40 S
126	10.02	20 S	165	10.32	40 S	204	10.25	40 S
127	8.55	40 S	166	12.62	60 MS	205	11.28	60 S
128	8.57	60 S	167	8.67	40 MS	206	11.10	20 R
129	10.32	20 R	168	11.85	40 MR	207	9.38	40 S
130	8.85	20 R	169	12.35	20 R	208	10.40	40 S
131	8.89	60 S	170	12.00	40 MR	209	9.30	40 S
132	7.35	60 S	171	12.97	40 MR	210	10.15	20 R
133	7.32	60 S	172	12.70	20 R	211	10.18	20 R
134	8.78	60 S	173	12.62	40 MS	212	11.32	40 S
135	13.17	10 R	174	8.27	20 R	213	8.12	10 R
136	12.83	20 R	175	12.92	40 S	214	12.88	40 S
137	9.22	20 R	176	12.72	40 MR	215	13.05	20 R
138	11.95	20 R	177	12.95	20 R	216	12.71	40 S
139	12.22	60 MR	178	12.50	40 MS	217	8.95	40 MS
140	10.77	40 S	179	11.32	20 R	218	10.83	20 R
141	11.75	20 R	180	12.47	20 R	219	10.00	20 S
142	11.33	20 R	181	12.77	20 MR	220	11.92	30 MR
143	12.35	20 R	182	10.62	20 R	221	12.02	40 S
144	9.15	60 S	183	13.15	10 R	222	9.65	20 R
145	9.88	20 R	184	11.25	20 S	223	11.58	40 MS
146	13.52	40 MR	185	6.07	20 R	224	7.50	20 S
147	13.07	20 R	186	11.50	40 MS	225	11.82	20 R
148	11.37	40 MR	187	10.82	40 MS	226	11.65	40 S
149	11.47	20 R	188	11.45	20 R	227	11.85	20 MR
150	11.32	20 R	189	9.10	20 R	228	11.10	40 S
151	9.25	20 R	190	10.92	40 S	229	10.60	60 S
152	8.80	60 S	191	10.70	20 MR	230	8.40	20 R
153	10.25	60 S	192	8.13	20 S	231	12.50	20 R
154	7.70	20 R	193	10.85	20 MR	232	7.90	60 S
155	8.77	60 S	194	5.44	20 S	233	5.70	40 S
156	12.60	40 MS	195	12.50	20 MR	CUAU	7.69	60 S
157	12.70	20 R	196	10.41	20 MR	SAIA	10.29	10 R
158	12.22	30 MR	197	7.95	20 R			
159	8.55	20 MR	198	10.35	20 S			

CUAU= Cuauhtémoc (Testigo 1), SAIA (Testigo 2). CV.= 14.79%

Cuadro 20A.- Comparación de medias de 113 líneas segregantes F₃ y dos variedades comerciales de avena (testigos promedios de 22 repeticiones, considerando su reacción de resistencia a la roya y su rendimiento de forraje seco (La Ascensión, Aramberrí, N. L. verano - 95)

No. de Línea	Rendimiento Forraje seco ton · ha ⁻¹	Reacción a la Roya	No. de Línea	Rendimiento Forraje seco ton · ha ⁻¹	Reacción a la Roya	No. de Línea	Rendimiento Forraje seco ton · ha ⁻¹	Reacción a la Roya
121	7.57	40 MR	160	5.12	20 MR	199	7.45	20 S
122	4.22	60 S	161	7.17	20 MR	200	7.92	20 S
123	5.47	20 MR	162	5.10	20 MS	201	7.97	20 R
124	5.56	20 R	163	3.72	20 MR	202	8.40	20 MR
125	5.50	20 R	164	6.02	20 MS	203	8.27	20 MS
126	5.10	20 MR	165	7.30	20 MR	204	5.14	20 S
127	5.32	20 MR	166	3.10	20 R	205	5.07	20 MR
128	5.50	60 S	167	7.15	40 MS	206	4.70	20 R
129	4.85	20 R	168	6.85	60 S	207	9.25	20 MR
130	5.52	20 R	169	4.67	20 MR	208	8.15	40 S
131	5.15	20 MS	170	8.80	20 MR	209	5.50	40 S
132	4.85	20 MR	171	7.95	40 MS	210	4.97	20 R
133	4.97	20 MR	172	3.70	20 MR	211	7.67	20 MR
134	6.40	20 R	173	9.05	60 S	212	7.55	20 S
135	7.90	20 R	174	8.40	20 MR	213	7.27	20 MR
136	5.60	20 R	175	9.55	40 S	214	7.90	40 S
137	5.35	20 R	176	9.22	20 R	215	7.55	20 MR
138	6.05	20 MR	177	10.05 *	20 MS	216	5.72	20 MS
139	5.50	20 MR	178	4.01	20 MR	217	4.20	20 MS
140	5.12	20 R	179	9.65	20 MR	218	8.33	20 MR
141	4.05	20 R	180	7.65	20 MR	219	7.51	20 MR
142	6.32	20 MR	181	9.92	20 MR	220	4.22	30 MR
143	4.85	20 R	182	3.50	20 MR	221	9.60	40 S
144	3.13	20 MS	183	8.15	10 R	222	7.55	20 R-MR
145	3.52	20 MR	184	8.77	20 MS	223	4.65	20 MR
146	6.02	40 MR	185	6.00	20 R	224	7.45	20 MR
147	3.90	20 R	186	4.20	20 MR	225	9.00	20 MR
148	3.37	20 R	187	3.80	40 S	226	9.65	20 MS
149	6.75	20 MR	188	9.05	20 MR	227	9.40	20 MR
150	7.05	40 S	189	3.89	20 MR-R	228	8.40	20 MS
151	4.36	20 MR	190	8.40	20 S	229	8.15	20 S
152	6.57	40 S	191	4.12	20 MS	230	3.10	20 R
153	3.42	60 S	192	4.14	20 MR	231	9.80 *	20 R
154	7.20	60 S	193	9.65	20 MS	232	4.50	60 S
155	4.41	60 S	194	5.95	20 MS	233	4.05	40 S
156	7.10	20 MR	195	9.77 *	20 MR	CUAU	5.56	60 S
157	9.05	20 MR	196	7.90	20 MR	COR	4.24	20 MS
158	7.97	20 MR	197	8.05	20 R	SAIA	4.08	10 R
159	3.07	20 MR	198	7.85	20 S			

CUAU= Cuauhtémoc (Testigo 1), COR= Coronado (Testigo 2),

SAIA (Testigo 3) * Líneas superiores al resto de líneas seleccionadas y a los testigos. CV.=8.37%

Cuadro 21 A.- Comparación de medias de rendimiento de forraje seco ton·ha.⁻¹ y porcentaje de daño por roya de la corona y reacción en 113 líneas segregantes F₄ Marín, N. L. invierno 95-96.

No. de Línea	Rendimiento Forraje seco ton·ha. ⁻¹	Reacción a la Roya	No. de Línea	Rendimiento Forraje seco ton·ha. ⁻¹	Reacción a la Roya	No. de Línea	Rendimiento Forraje seco ton·ha. ⁻¹	Reacción a la Roya
121	10.07	40 MS	160	8.50	10 MR	199	6.85	10 S
122	5.87	60 S	161	6.95	20 R	200	6.15	10 S
123	4.60	20 MS	162	7.20	20 MS	201	8.20	20 R
124	7.05	20 R	163	7.30	20 MR	202	6.60	40 S
125	5.70	20 S	164	8.87 **	20 R	203	7.55	40 S
126	5.20	20 S	165	6.92	40 S	204	8.67	40 S
127	7.40	40 S	166	8.47	40 MS	205	10.90	40 S
128	8.15	40 S	167	7.35	40 MS	206	9.12 **	20 R
129	8.20	20 R	168	6.72	40 MR	207	9.27	40 S
130	5.45	20 R	169	8.65 **	20 R	208	6.25	40 S
131	3.50	60 S	170	7.65	20 MR	209	7.30	40 S
132	6.62	60 S	171	8.92	20 MR	210	8.87 **	10 R
133	8.65	60 S	172	8.35 **	20 R	211	10.02 **	10 R
134	3.57	60 S	173	8.12	40 MS	212	9.65	30 S
135	5.95	10 R	174	6.30	20 R	213	8.45 **	10 R
136	5.95	20 R	175	8.05	40 S	214	7.97	30 S
137	4.50	10 R	176	11.20	40 MR	215	10.02 **	10 R
138	5.05	20 R	177	4.80	20 R	216	6.57	40 S
139	5.13	40 MR	178	11.62	40 MS	217	10.02	40 MS
140	4.03	40 S	179	9.00	10 R	218	11.00 **	10 R
141	4.00	20 MR	180	7.05	10 R	219	5.15	30 S
142	3.70	20 R	181	6.75	20 MR	220	9.65	30 MR
143	5.12	20 R	182	8.90 **	20 R	221	8.07	40 S
144	7.97	60 S	183	5.10	10 R	222	7.07	10 R
145	8.85 **	20 R	184	5.67	40 S	223	7.25	40 MS
146	7.70	40 MR	185	4.72	10 R	224	7.45	30 S
147	6.78	20 R	186	5.32	20 MS	225	6.10	20 R
148	8.07	20 MR	187	4.27	40 MS	226	6.75	40 S
149	7.85	10 R	188	3.45	20 R	227	7.95	10 MR
150	8.45 **	10 R	189	5.35	20 R	228	6.07	40 S
151	6.40	20 R	190	5.47	40 S	229	8.87	40 S
152	8.20	40 S	191	7.02	20 MR	230	13.20 **	20 R
153	8.05	40 S	192	8.75 **	20 S	231	12.72 **	10 R
154	6.75	10 R	193	7.15	20 MR	232	3.12	40 S
155	6.10	60 S	194	6.65	20 S	233	2.85	40 S
156	7.67	20 MS	195	5.77	20 MR	234	8.65	10 MR
157	9.52 **	10 R	196	5.55	20 MR	CUAU	8.92	60 S
158	6.37	20 MR	197	5.35	20 R	SAIA	6.45	R
159	4.85	10 MS	198	6.92	20 S			

* CUAU= Variedad Cuauhtémoc ** Líneas sobresalientes CV. = 34.05 %

Cuadro 22 A.- Comparación de medias de 173 selecciones individuales de líneas F₄ de avena, para las variables rendimiento de forraje seco y reacción a la roya de la corona Marín, N. L. Invierno 1995-1996.

No. de Sel. Ind.	Rendimiento Forraje seco ton·ha ⁻¹	Reacción a la Roya	No. de Sel. Ind.	Rendimiento Forraje seco ton·ha ⁻¹	Reacción a la Roya	No. de Sel. Ind.	Rendimiento Forraje seco ton·ha ⁻¹	Reacción a la Roya
122 (1)	5.8	20 Mr	182 (2)	6.52	20 R	124 (2)	8.45	10 R
124 (1)	7.95	20 R	183 (1)	5.45	10 MR	188 (2)	6.32	10 R
125 (1)	5.97	10 R	185 (1)	11.92	10 R	143 (2)	8.80	20 MR
129 (1)	4.15	20 R	188 (1)	5.07	20 R	138 (2)	10.42	20 MR
130 (1)	9.50	20 R	189 (1)	2.12	20 R	215 (3)	7.57	20 MR
135 (1)	13.62	10 R	191 (1)	2.77	10 MR	195 (3)	5.45	10 R
136 (2)	7.65	10 R	193 (1)	3.12	20 MR	213 (2)	8.27	10 R
137 (1)	6.95	5 R	195 (1)	5.32	30 MR	191 (2)	7.45	10 MR-MS
138 (1)	10.45	10 R	196 (1)	7.40	20 MR	138 (3)	9.62	10 R
139 (1)	10.17	40 MR	197 (1)	4.70	20 R	163 (2)	10.15	20 MR
141 (1)	6.25	10 R	199 (1)	4.80	30 S	230 (2)	4.12	20 MR
142 (1)	4.40	20 R	200 (1)	4.20	40 S	168 (2)	9.75	30 MR
143 (1)	4.80	10 R	201 (1)	7.05	10 R	163 (3)	9.95	20 MR
145 (1)	5.97	20 R	206 (1)	6.90	20 R	225 (2)	9.55	20 R
146 (1)	5.37	40 MR	210 (1)	5.77	20 R	174 (2)	12.05	20 R
147 (1)	6.95	10 R	211 (1)	5.62	10 R	146 (2)	10.95	20 MR
148 (1)	6.12	30 MR	213 (1)	4.95	10 R	171 (2)	3.47	20 MR
149 (1)	5.35	10 R	215 (1)	5.45	10 R	130 (2)	11.02	20 R
150 (1)	5.55	10 R	218 (1)	7.45	10 R	164 (3)	13.22	20 R
151 (1)	5.20	10 R	220 (1)	7.15	40 MR	225 (3)	10.07	10 R
151 (3)	2.97	20 R	222 (1)	9.27	20 R	122 (2)	5.42	20 MR
154 (1)	5.27	20 R	225 (1)	5.20	10 R	160 (2)	9.95	20 MR
156 (1)	5.77	20 MS	227 (1)	9.95	10 MR	195 (2)	5.70	20 MR
157 (1)	8.82	20 R	230 (1)	6.82	20 R	163 (2)	12.75	20 MR
158 (1)	8.55	30 MR	231 (1)	8.95	20 R	139 (2)	12.70	30 MR
158 (2)	8.82	20 MR	183 (2)	5.45	10 MS-MR	139 (3)	9.20	20 MR
159 (1)	7.20	10 MR	159 (2)	10.05	10 MR-MS	149 (3)	11.90	10 R
160 (1)	8.70	10 MR	154 (2)	6.25	10 R	170 (2)	13.75	20 MR
161 (1)	9.20	20 R	199 (2)	5.20	30 S	191 (3)	8.20	20 MR
163 (1)	6.40	20 MR	182 (3)	7.80	10 R	142 (2)	9.20	20 R
164 (1)	10.35	10 R	182 (1)	8.85	10 R	150 (3)	9.52	20 R
164 (2)	9.70	20 R	137 (2)	4.70	10 R	177 (3)	11.20	20 R
168 (1)	10.55	40 MR	210 (2)	3.45	10 R	124 (3)	8.87	10 R
169 (1)	8.95	10 R	125 (2)	2.47	5 R	218 (2)	11.95	20 R
170 (1)	9.35	20 MR	135 (2)	2.75	10 R	227 (3)	11.17	20 MR
171 (1)	2.62	20 MR	151 (2)	3.77	10 R	215 (2)	13.42	10 R
172 (1)	8.75	20 R	146 (3)	5.00	20 MR	231 (2)	6.20	20 R
174 (1)	8.47	20 R	181 (2)	3.62	30 MR	157 (3)	9.67	20 R
176 (1)	5.95	20 MR	148 (2)	10.40	20 MR-MS	158 (3)	12.17	20 MR
177 (1)	5.8	20 R	150 (2)	10.17	10 MR	200 (3)	12.22	40 MS
179 (1)	7.70	20 R	147 (2)	6.70	10 R	222 (3)	12.70	20 S
180 (1)	5.95	10 R	211 (2)	8.95	10 R	185 (3)	7.70	20 R
181 (1)	6.72	30 MR	163 (3)	11.00	20 MR	177 (2)	11.95	10 R
176 (3)	5.45	20 MR	200 (2)	4.20	30 MS	179 (2)	7.57	20 R
201 (2)	6.45	10 R	196 (2)	8.45	20 MR	193 (2)	8.05	20 MR
222 (2)	7.00	20 R	227 (2)	5.70	10 MR	180 (2)	7.45	10 R
157 (2)	5.20	20 R	196 (2)	8.45	20 MR	169 (2)	8.82	10 R

Continúa Cuadro 22 A

180 (3)	6.35	10 R	227 (2)	5.70	10 MR	154 (3)	3.45	20 R
172 (2)	4.60	10 R	189 (2)	8.45	20 R	141 (2)	6.10	10 R
206 (2)	4.42	20 R	181 (3)	2.70	20 MR	145 (2)	3.27	20 R
135 (3)	5.92	20 R	125 (3)	6.32	10 R	142 (3)	5.92	20 R
220 (2)	5.70	20 MR	201 (3)	4.95	20 R	206 (3)	3.07	20 R-MR
149 (2)	8.70	20 R	185 (2)	5.95	10 R	T1 CUA	10.9	60 S
197 (2)	6.77	20 R	161 (3)	1.20	20 R	T2	5.3	Immune
						SAIA		
176 (2)	7.60	20 MR	163 (4)	8.20	20 MR			
230 (3)	6.70	20 R	189 (3)	4.32	20 R			
197 (3)	4.76	20 R	231 (3)	9.45	20 R			
156 (2)	8.50	20 MS-MR	188 (3)	5.70	20 R			
157 (4)	8.40	20 R	129 (2)	10.87	20 R			

No existió significancia estadística entre las medias comparadas. CV.=31.94 %

Cuadro 23A.- “Comparación de medias de rendimiento de forraje seco Ton. ha⁻¹ y porcentaje de daño por roya -reacción de líneas segregantes F₄ Gral. Terán, N. L. invierno 95-96.”

No. de Línea	Rendimiento Forraje seco Ton ha -1	Reacción a la Roya	No. de Línea	Rendimiento Forraje seco Ton ha -1	Reacción a la Roya	No. de Línea	Rendimiento Forraje seco Ton ha -1	Reacción a la Roya
121	8.60	60 S	171	10.40	40 MS	221	8.33	20 MR
122	5.25	20 MR	172	7.85	40 MS	222	12.12	20 MS-MR
123	9.45	60 S	173	10.65	40 S	223	5.45	30 MS
124	9.70	20 R	174	10.95	30 MS	224	8.45	20 MS-MR
125	9.62	20 R	175	9.45	20 R	225	10.30	10 R
126	10.42	20 S	176	10.10	10 R	226	7.45	30 MS
127	8.45	40 S	177	8.48	20 MR	227	10.95	20 R
128	9.42	60 S	178	10.18	10 R	228	10.20	20 MS
129	10.60	20 R	179	9.80	10 R	229	11.37	30 MS
130	7.80	20 R	180	11.60	20 R	230	8.20	30 MS
131	9.00	60 S	181	7.70	20 R	231	12.15	20 R
132	5.40	60 S	182	9.95	20 MR-R	232	3.20	60 S
133	10.12	60 S	183	9.70	30 MS-S	233	2.75	20 MR
134	5.35	60 S	184	8.45	30 MS-S	CU	8.81	60 S
						A		
135	10.65	10 R	185	7.73	30 MS-MR	SAI	7.77	5 R
136	8.22	20 R	186	8.70	20 R			
137	8.95	20 R	187	8.88	20 MR			
138	9.35	20 R	188	10.45	20 MR			
139	6.58	60 MR	189	10.00	20 MR			
140	7.27	40 S	190	10.27	20 R			
141	7.33	20 R	191	8.68	20 R			
142	8.20	20 MS	192	10.20	20 MR			
143	9.50	20 MR	193	9.87	10 R			
144	11.18	20 MR-MS	194	8.18	20 MS			
145	8.45	20 MS	195	9.32	20 MR			
146	6.33	20 R	196	10.15	20 R			
147	6.77	20 MR	197	7.18	20 R			
148	7.95	20 MR	198	4.52	20 R			
149	7.68	20 MS	199	5.73	10 R			
150	6.30	20 MR	200	5.15	20 R			
151	5.35	20 MS	201	5.00	20 R			
152	11.13	20 MR-MS	202	10.85	20 R-MR			
153	6.32	20 MR	203	7.27	20 R			
154	7.25	20 MS	204	11.35	20 R			
155	7.82	30 MS	205	9.25	20 R-MR			
156	9.45	30 MS	206	10.55	20 R			

Continúa Cuadro 23A

157	7.05	20 MR	207	3.10	20 R
158	8.90	20 MR- MS	208	9.55	30 MR
159	6.15	40 MS	209	11.02	20 MR
160	8.15	40 MS-S	210	8.30	30 MR
161	8.17	40 MR	211	10.77	20 MS
162	7.85	20 MR- MS	212	8.55	20 MR
163	9.03	20 MS-S	213	7.52	20 MR
164	6.78	20 R	214	6.80	30 MR
165	9.45	20 MS	215	10.70	30 MR
166	6.13	20 MS	216	8.82	30 MS
167	9.70	20 MR-R	217	8.65	30 MS
168	10.60	20 MS	218	10.20	40 MS
169	10.45	20 MR- MS	219	9.95	30 MS
170	6.20	40 MS	220	11.95	20 R

CV. = 21.98 %

Cuadro 24A.- “ Comparación de medias de 110 selecciones individuales de líneas F₅ de avena para las variables rendimiento de forraje seco y reacción a la roya de la corona.

No. de Selecciones individuales	Rendimiento de forraje seco Ton. ha.-1	Reacción a la roya	No. de Selecciones individuales	Rendimiento de forraje seco Ton. ha.-1	Reacción a la roya
206 (3-1)	0.8	10 R	222 (3-1)	1.87	40 MR
188 (2-1)	1.5	10 R	135 (1-1)	0.43	10 R
169 (2-1)	2.0	10 R	170 (1-1)	2.2	20 MS
197 (2-1)	1.15	20 MR	168 (1-1)	1.02	10 R
125 (3-1)	1.65	20 MS	169 (1-1)	1.65	20 MS
206 (2-1)	1.60	20 MS	215 (1-1)	0.50	10 R
177 (3-1)	0.75	40 MS	213 (1-1)	0.83	10 R
225 (2-1)	0.73	10 R	164 (1-1)	1.48	20 R
148 (2-1)	3.15	20 R	163 (1-1)	1.30	10 R
181 (2-1)	0.90	20 R	CUAUHTEM OC	1.25	60 S
185 (3-1)	1.95	20 MR	SAIA	0.86	5 R
164 (3-1)	1.40	20 MR			
230 (2-2)	0.45	10 R			
150 (2-1)	0.90	20 MR			
138 (3-1)	0.75	20 MS			
157 (4-1)	2.60	20 MR			
172 (2-1)	2.72	20 MS-MR			
136 (1-1)	2.50	40 MS			
163 (2-1)	1.45	20 R			
227 (3-1)	0.99	10 R			
177 (2-1)	1.20	40 S			
151 (2-1)	0.65	40 S			
230 (1-1)	1.30	10 MR			
147 (1-1)	1.50	10 R			
231 (1-1)	0.80	10 MR			
179 (1-1)	2.10	20 R			
218 (2-1)	0.35	20 R			
191 (3-1)	1.95	10 R			

* No se presentó diferencia significativa entre los tratamientos. CV. =32.60 %

Cuadro 25A.- “ Comparación de medias de 110 selecciones individuales a las de líneas F₅ de avena para las variables rendimiento de forraje seco y reacción a la roya de la corona Bachiniva, Chihuahua. verano 1996.”

No. de Selección Individual	Rendimiento Forraje seco Ton ha -1	Reacción a la Roya	No. de Selección Individual	Rendimiento Forraje seco Ton ha -1	Reacción a la Roya	No. de Selección Individual	Rendimiento Forraje seco Ton ha -1	Reacción a la Roya
191 (2-1)	5.62	20 S	163 (2-1)	3.99	40 MR	230 (1-1)	4.95	20 MR
222 (3-1)	5.01	INMUNE	156 (2-1)	4.34	INMUNE	135 (1-1)	6.32	INMUNE
163 (2-1)	3.60	20 MR	157 (4-1)	3.33	5 MS	195 (1-1)	4.82	INMUNE
160 (2-1)	2.55	10 R	172 (2-1)	5.16	INMUNE	222 (1-1)	3.67	INMUNE
164 (3-1)	1.83	5 R	220 (2-1)	4.85	INMUNE	196 (1-1)	3.20	INMUNE
150 (3-1)	3.28	10 MS	222 (2-1)	5.97	INMUNE	206 (1-1)	3.02	INMUNE
218 (2-1)	3.99	INMUNE	137 (2-1)	4.32	INMUNE	159 (2-1)	4.70	INMUNE
149 (3-1)	3.70	10 R	188 (2-1)	4.04	INMUNE	200 (1-1)	4.72	INMUNE
170 (2-1)	6.12	40 S	147 (2-1)	5.88	INMUNE	172 (1-1)	3.23	INMUNE
191 (3-1)	3.02	10 R	141 (2-1)	2.49	INMUNE	179 (1-1)	4.00	INMUNE
139 (3-1)	2.86	10 R	125 (3-1)	4.56	INMUNE	164 (1-1)	2.95	INMUNE
130 (2-1)	3.65	30 MR	130 (3-1)	6.48	INMUNE	163 (1-1)	1.80	INMUNE
161 (2-1)	4.84	10 R	213 (1-1)	2.79	INMUNE	161 (1-2)	4.24	INMUNE
158 (3-1)	5.48	10 R	151 (3-1)	3.62	INMUNE	161 (1-1)	4.06	INMUNE
146 (2-1)	6.02	INMUNE	159 (1-2)	4.93	INMUNE	Línea 3	3.68	10 R
150 (2-1)	4.58	10 R	168 (1-1)	3.52	INMUNE	Cuau	3.06	90 S
148 (2-1)	5.98	INMUNE	180 (1-1)	4.29	INMUNE	Papigoch	3.33	90 S
181 (2-1)	4.45	INMUNE	143 (2-1)	5.50	10 MR	Babicora	2.53	90 S
146 (3-1)	4.30	INMUNE	154 (2-1)	3.45	INMUNE			
225 (2-1)	4.18	INMUNE	220 (1-1)	5.04	INMUNE			
177 (3-1)	4.27	10 MR	218 (1-2)	3.65	INMUNE			
163 (3-1)	4.47	30 MS	218 (1-1)	5.72	5 MR			
168 (2-1)	4.37	INMUNE	185 (1-2)	3.62	INMUNE			
230 (2-1)	4.56	INMUNE	210 (1-1)	4.69	INMUNE			
215 (3-1)	8.70	INMUNE	147 (1-1)	2.96	INMUNE			
172 (2-1)	2.59	INMUNE	199 (1-1)	3.36	5 MR			
177 (2-1)	3.03	20 S	130 (1-1)	1.98	INMUNE			
227 (3-1)	3.58	INMUNE	136 (1-1)	3.75	INMUNE			

CV. = 19.73 %

Cuadro 26A. Promedios de las variables estudiadas en el experimento, ordenadas de mayor a menos en base al valor promedio de rendimiento de forraje seco ton ha⁻¹. Marín, N.L. Invierno 1996-1997.

LÍNEA	PAR	ALPL	M/PL	NUMH	MAC/M	RFV	RFS	RGRA	LONINF	1000S	DIASFL	ROYA	PROM
185 (1-1)	52	97	4	6	120	39.9	10.6	2.7	24	28	96	20 R	10.6
218 (2-1)	9	102	6	7	90	34	9	1.1	27	26	94	20 MS.MR	9
185 (3-1)	18	87	4	6	102	36	8.9	1.6	20	28	96	10 R	8.9
222 (3-1)	4	103	5	6	110	34	8.5	1.6	23	28	96	20 R	8.5
139 (2-1)	16	85	5	6	120	36	8.4	1.2	24	28	100	30 MR	8.4
168 (2-1)	28	102	3	7	100	37.6	8.2	1.5	24	27	100	20 MR	8.2
161 (2-1)	15	104	6	6	120	36	8.2	0.9	31	28	96	10 MR	8.2
158 (3-1)	17	138	6	7	130	35	8.1	1.4	32	32	92	20 R	8.1
168 (1-1)	53	97	6	6	115	35.2	7.9	1.6	23	26	96	40 R	7.9
169 (1-1)	54	98	6	6	120	33	7.8	1.6	22	30	92	10 R	7.8
222 (2-1)	42	97	5	6	110	36	7.6	1.5	22.5	29	92	20 R	7.6
172 (2-1)	31	84	6	6	105	35	7.5	1.3	21	29	96	20 MR	7.35
220 (2-1)	43	120	6	7	110	35.2	7.2	2	23	30	92	40 MR	7.2
125 (3-1)	47	102	6	7	125	34	7.1	2.5	32	31	95	5 R	7.1
130 (3-1)	51	125	7	7	120	32	7.1	1.6	27.6	30	92	20 R	7.1
227 (3-1)	33	94	4	6	130	32	7.1	1.2	25	30	94	20 MS.MR	7.1
124 (3-1)	8	93	4	7	108	34	7	1	26	23	92	20 MR	7
179 (1-10)	59	96	7	6	108	34	6.9	1.9	22	30	90	20 MR	6.9
136 (1-1)	57	107	6	7	110	35	6.9	1.8	30	27	94	10 R	6.9
138 (3-1)	35	97	6	6	116	35	8.5	1.2	26.5	27	94	20 MS	6.55
148 (2-1)	20	115	6	7	120	32	6.4	1.6	31	31	94	20 MR	6.4
163 (2-1)	5	93	4	6	86	27	6	1.2	21	22	106	20 MR	6.1
182 (3-1)	44	96	6	6	120	30	6.2	1.2	18	28	94	20 R	6.2
146 (3-1)	22				102	30	6.1	1.6		28	90	40 MR	6.1
163 (3-1)	50	92	4	6	112	29	6	1.2	24	26	96	20 MR	6
CC	13	115	6	7	92	28	6.2	1.4	24	30	102	60 S	5.88
218 (1-1)	56	91	4	6	120	20.1	5.8	1.4	21	30	96	20 R	5.8
230 (2-1)	29	96	5	6	112	29.6	5.8	1.5	23	30	100	20 MR	5.8
180 (2-1)	38	95	6	6	110	30	5.8	1.6	24.5	26	98	10 MR	5.8
149 (3-1)	10	95	4	6	112	26	5.8	1.6	23	26	94	10 MR	5.8
215 (3-1)	30	123	5	7	118	29.6	5.7	1.2	26	30	94	20 MR	5.7
157 (4-1)	40	104	5	6	100	28.8	5.7	0.8	25.6	31	102	20 MR	5.7
177 (3-1)	27	97	6	6	108	30	5.6	1.6	23	30	92	10 R	5.6
147 (2-1)	46	103	6	7	102	29	5.6	1.2	28	30	92	10 R	5.6
188 (2-1)	45	97	6	6	96	28	5.4	1.3	19	24	100	20 R	5.4
150 (3-1)	7	85	6	6	102	22	5.3	1.4	22	24	95	10 R	5.3
135 (1-1)	58	70	4	6	108	32	5.3	1.6	19	29	94	10 R	5.3
146 (2-1)	19	115	3	7	85	23	5.2	1.4	24	27	98	40 MS	5.2
164 (3-1)	6	106	5	7	90	22	5.1	0.8	25	23	106	40 MS	5.1
170 (2-1)	11	96	4	6	102	24	5.1	0.9	14	22	92	40 MR	5.1
181 (2-1)	21	125	6	7	100	22	5.1	1.2	29	26	92	20 MR	5.1
143 (2-1)	55	96	4	6	85	26	5.1	1	22	24	100	10 MR	5.1
CORO	48	88	6	6	112	26	5.1	1.8	25	31	110	40 S	4.64
191 (3-1)	14	108	4	6	90	22	4.6	1	20	23	94	40 MR	4.6
156 (2-1)	39	87	4	6	96	23.6	4.6	1.6	26.6	25	100	20 MS	4.6
151 (2-1)	23	92	4	6	105	20	4.6	1.2	25	26	92	10 R	4.6
200 (3-1)	3	102	4	6	86	22	4.3	1.3	24	23	96	40 S	4.3
225 (2-1)	26	96	6	6	85	19	4.2	1	22	24	96	40 MR	4.2
191 (2-1)	2	100	5	6	92	19	3.2	1	17	28	96	10 MR	3.2

Nota: ALTU = altura de planta (cm), MAC = número de macollos por planta, HOJA = número de hojas por planta, M/M = número de macollos por metro, FV = rendimiento de forraje verde (ton ha⁻¹), FS = rendimiento de forraje seco (ton ha⁻¹), GRAN = rendimiento de grano (ton ha⁻¹), INFL = longitud de inflorescencia (cm), P1000 = peso de mil semillas (g), DFL = días a floración, ROYA = reacción a la roya y PROM = promedio de rendimiento de forraje seco (ton ha⁻¹).

CV. = 8.28 %

Cuadro 27A. Promedios de las 86 Líneas avanzadas F₆ de avena en Gral. Terán, N.L. Invierno 1996-1997.

LINEA	PAR	ALTU	MAC	HOJA	MA/M	FV	FS	GRAN	INFL	P1000	DFL	ROYA	PROM
135 (2-1)	25	85	3	6	140	47.8	12.6	2.6	19	31	85	10 R	12.6
185 (1-1)	13	103	4	6	124	39.6	10.2	2.6	26.5	23	96	20 MR	10.2
185 (3-1)	70	102	6	6	112	42	10	1.9	21	28	96	10 R	10
164 (1-1)	83	98	6	6	122	42	10	1.6	22.5	27	98	10 R	10
168 (1-1)	10	123.5	6	7	115	36.2	9.6	1.2	27.6	24	96	40 MR	9.6
139 (2-1)	54	107	6	7	123	38	9.6	1.3	22	28	100	30 MR	9.6
218 (2-1)	40	113	5	6	97	36.8	9.4	1	18.5	26	94	20 MS.MR	9.4
138 (2-1)	49	65	4	6	120	38	9.4	1.2	15.6	26	90	20 MS	9.4
222 (2-1)	26	126	6	7	116	41.2	9.3	1.6	27	29	92	20 R	9.3
138 (3-1)	52	73	3	6	121	37	9.3	1.4	17.2	28	94	20 MS	9.3
158 (3-1)	20	130	5	6	140	40.6	9.2	1.8	19.8	32	92	20 R.MR	9.2
130 (2-1)	51	102	6	6	120	36.7	9.2	1.6	14.5	29	92	20 R	9.2
168 (2-1)	39	120	3	6	106	39.6	9.2	1.7	27.8	27	100	20 MR	9.2
161 (2-1)	3	105	4	6	130	42	9.1	0.8	21	28	96	20 MR.MS	9.1
130 (1-1)	85	95	4	6	97	32	9	1.6	17	30	94	20 R	9
227 (3-1)	8	111.5	6	7	132	40.6	9	1.8	24.2	31	94	20 MS.MR	9
227 (2-1)	103	100.6	6	6	98	37.6	9	1.2	25	24	96	10 MR	9
161 (1-2)	90	112	4	6	116	40	8.8	1.2	24.6	27	96	20 R	8.8
222 (3-1)	53	84	3	6	118	36	8.7	1.6	19	28	96	20 R	8.7
161 (3-1)	80	92	3	6	91	33.2	8.7	1.6	24	25	96	20 MR	8.7
159 (2-1)	107	104	6	6	128	39.6	8.7	2.1	27	34	90	10 MR	8.7
172 (1-1)	91	94	3	6	106	38.2	8.6	1.2	27.5	31	96	20 R	8.6
148 (2-1)	42	127	6	7	131	39	8.6	2.7	34	34	94	20 MR	8.6
169 (1-1)	2	95	5	6	124	32.2	8.6	1.4	19.5	30	92	10 R	8.6
159 (1-2)	84	117	6	7	106	36.2	8.6	1.4	27.6	31	96	10 MR	8.6
220 (2-1)	18	105	4	6	116	36.2	8.4	2.3	21.5	32	90	40 MR	8.4
222 (1-1)	95	107	4	6	106	36.4	8.27	1.2	26	27	96	20 MR	8.27
231 (1-1)	97	109	5	6	132	41.6	8.2	1.2	21.8	26	94	20 R	8.2
161 (1-1)	35	125.6	5	7	128	32.6	8	1.2	21	30	106	10 MR	8
160 (2-1)	59	130.6	6	7	106	33	8	1.2	27.6	28	100	10 MR	8
150 (2-1)	27	102	4	6	102	33	7.7	1.4	23	28	100	10 R	7.7
218 (1-1)	19	128	5	6	131	32	7.6	1.7	28.5	31	96	20 MR	7.6
124 (3-1)	72	111	4	7	110	35	7.6	1	24	24	92	20 MR	7.6
136 (1-1)	105	115	4	6	106	34.2	7.6	1.2	26.6	24	90	10 MR	7.6
172 (2-1)	24	95	5	6	106	34	8	1.4	20	29	96	20 R	7.7
196 (2-1)	71	95	4	6	106	28.8	7.4	1.2	25	24	92	20 MR	7.4
180 (2-1)	38	118	4	7	111	34	7.4	1.8	26.5	24	98	10 MR	7.4
218 (1-2)	101	124	6	7	112	35.2	7.3	1.4	31	26	92	10 R	7.3
196 (1-1)	98	117	7	6	116	33.6	7.2	1.3	21.6	24	92	20 MR	7.2
163 (1-1)	96	123	6	6	96	33.6	7.2	1.4	29	28	94	20 MR	7.2
159 (2-1)	76	137	7	7	110	30.6	7.1	1.4	29	30	98	20 MR	7.1
220 (1-1)	73	103	3	6	92	29	7	1	24	22	100	40 MR	7
201 (3-1)	48	92	5	6	122	31	7	1.3	20.5	25	95	10 R	7

Continúa Cuadro 27A.

147 (2-1)	41	107	5	6	108	31	6.9	1.2	28.2	31	92	10 R	6.9
125 (3-1)	14	124.5	6	7	125	32	6.89	2.6	23.5	34	95	5 R	6.89
157 (4-1)	4	110	4	7	106	28.9	6.82	0.9	29.5	31	102	20 MR	6.82
206 (1-1)	108	102	6	6	118	33.8	6.8	1.6	21	27	94	20 R	6.8
230 (3-1)	50	95	3	6	106	29	6.8	1	14	30	100	20 MR	6.8
181 (2-1)	58	123	6	7	108	26	6.8	1.6	30	26	92	20 MR	6.8
185 (1-2)	92	110	4	6	120	31	6.8	1.6	34	23	94	10 R	6.8
179 (1-1)	31	120	5	7	108	31	6.7	2.2	26.5	32	90	20 R	6.7
147 (1-1)	102	105	5	6	114	32.2	6.7	1.6	22.6	25	96	10 R	6.7
146 (3-1)	9	83	4	6	106	30.6	6.4	2.1	18.2	28	90	40 MR	6.4
145 (2-1)	32	129	4	7	107	32	6.4	1.6	22.5	32	100	20 R	6.4
163 (3-1)	104	96	4	6	102	33.2	6.6	1.6	20	27	92	20 MR	6.4
137 (2-1)	5	95	4	6	106	27.2	6.2	1.2	19.5	28	100	5 R.MR	6.2
230 (2-1)	15	90	5	6	114	30.6	6.2	1.6	18.6	31	100	20 MR	6.2
141 (2-1)	86	95	4	6	112	32	6.2	1	20.2	24	96	10 R	6.2
139 (3-1)	46	95	6	6	110	34	6.1	2.1	23.6	31	100	40 MR	6.1
CC	23	90	6	6	94	29	7	1.6	23.5	30	102	60 S	6.02
230 (1-1)	87	115	7	6	118	32	6	1	27.6	26	100	20 R	6
182 (3-1)	93	106	6	6	123	31	6	1.3	21.6	28	94	20 R	6
130 (3-1)	68	118.6	7	7	92	24	6	1.4	28	27	100	20 R	6
177 (3-1)	30	111	5	6	110	32	6	1.9	24.5	32	92	10 R	6
215 (3-1)	17	125	5	7	122	31	5.9	1.4	26.5	31	94	20 MR	5.9
180 (1-1)	37	112	4	6	126	30	5.9	1.2	23	28	102	10 R	5.9
210 (1-1)	106	132	6	7	86	31.6	5.8	1.6	29.6	22	94	20 R	5.8
156 (2-1)	63	117	6	7	96	24.6	5.8	1.2	26.6	25	100	20 MS	5.8
211 (1-1)	82	102	4	6	82	23	5.8	1	19	20	96	10 R	5.8
163 (2-1)	28	87	4	6	88	27.8	6.2	1.4	19.5	22	106	20 MR	5.8
149 (3-1)	43	106	3	6	116	23	5.4	1.7	21.2	26	94	10 MR	5.4
146 (2-1)	75	106	4	6	81	24.2	5.3	1.6	22	27	98	40 MS	5.3
195 (1-1)	61	114	5	6	114	30.6	5.2	2.1	21	30	94	30 MR	5.2
CORO	34	114	6	6	116	23	5.9	2.1	21.5	29	108	40 S	4.85455
188 (2-1)	7	112	4	6	98	31	5.1	1.3	19.5	24	106	20 R	5.1
213 (1-1)	81	108	6	6	103	24.6	5.1	1.4	26	25	96	10 R	5.1
154 (2-1)	36	120.6	5	7	96	22	5	1.6	24.6	28	100	20 MR	5
151 (2-1)	69	90.6	4	6	110	22	5	1.6	21.6	26	92	10 R	5
150 (3-1)	47	92	3	6	100	22	5	1.6	19	24	95	10 R	5
129 (2-1)	16	93.5	4	6	108	24	4.7	1.8	21	22	106	20 MS	4.7
199 (1-1)	94	102	6	6	98	21	4.6	1.2	24.5	26	90	40 S	4.6
143 (2-1)	74	112	3	7	87	24	4.6	1	22	23	100	10 MR	4.6
200 (1-1)	65	108	4	7	86	30	4.2	1	22	20	96	60 S	4.2
197 (2-1)	62	94	3	6	96	22.6	4.2	1.2	18	26	94	20 R	4.2
200 (3-1)	57	107	6	6	82	23	4	1.2	24.6	22	96	40 S	4
191 (2-1)	64	99.2	7	6	92	21	3.2	1.2	25	30	96	10 MR	3.2
151 (3-1)	79	120	4	6	91	16	3	1.2	26	26	92	20 R	3
191 (3-1)	6	102	6	7	101	22	3	1.6	17.2	27	100	10 MS	3

Nota: ALTU = altura de planta (cm), MAC = número de macollos por planta, HOJA = número de hojas por planta, MA/M = número de macollos por metro, FV = rendimiento de forraje verde (ton ha^{-1}), FS = rendimiento de forraje seco (ton ha^{-1}), GRAN = rendimiento de grano (ton ha^{-1}), INFL = longitud de inflorescencia (cm), P1000 = peso de mil semillas (g), DFL = días a floración, ROYA = reacción a la roya y PROM = promedio de rendimiento de forraje seco (ton ha^{-1}). CV. = 17.57 %

Cuadro 28A. Promedio de las variables agronómicas consideradas
en el experimento. Cd. Cuauhtémoc, Chih. Verano 1997.

PEDIGREE	LINEA	F. VERDE	F. SECO	D. FLOR.	ALTURA	ROYA
L-130 (1) F5	39	12.2	3.15	60	95	INM
L-136 (1) F7	8	12.7	3.1	60	115	20 R
L-220 (2) F7	16	12.95	3.075	61	100	10 R
CHIHUAHUA	52	11.9	2.975	60	95	60 S-MS
L-156 (2) F7	6	12.1	2.725	61	100	10 R
L-177 (2) F7	7	11	2.725	56	100	20 R-MR
L-197 (1) F7	13	13.55	2.7	57	75	10 R
PAPIGOCHI	53	9.34	2.325	55	95	40 S-MS
L-25 (1) F5	40	11.5	2.25	71	70	INM
L-121 (1) F5	24	8.55	2.2	60	85	30 MR
BABICORA	3	6.7	2.075	50	95	60 S-MS
L-33 (1) F5	28	8.45	1.925	69	75	INM
L-122 (1) F5	22	9.05	1.85	NF	50	10 R
L-66 (1) F5	45	6.5	1.85	75	65	5 R
L-195 (1) F5	36	6.65	1.8	NF	65	INM
L-164 (3) F7	2	7.25	1.75	60	85	10 R
L-125 (3) F7	9	6.725	1.725	57	95	INM
L-148 (2) F7	15	8.05	1.725	61	105	INM
L-158 (3) F7	19	7.1	1.65	55	96	INM
L-124 (1) F5	21	6	1.625	62	90	10 R
L-177 (1) F5	51	7.65	1.6	65	90	INM
L-112 (1) F5	27	6.525	1.575	73	85	5 R
L-54 (1) F5	49	6.4	1.55	60	100	INM
L-114 (1) F5	34	7.4	1.525	75	71	INM
L-225 (2) F7	12	8.15	1.5	73	75	INM
L-31 (1) F5	41	5.79	1.5	57	80	INM
L-176 (1) F5	48	5.7	1.5	70	90	INM
SAIA	42	7.4	1.45	NF	65	INM
L-158 (3) F7	1	5.375	1.425	50	100	5 R
L-148 (2) F7	17	6.15	1.4	62	85	INM
L-76 (1) F5	25	6.7	1.4	61	90	INM
L-218 (2) F7	10	5.2	1.35	61	85	INM
PAMPAS	54	5.3	1.325	50	90	40 MS
L-131 (1) F5	26	5.2	1.25	59	100	INM
L-62 (1) F5	29	6.9	1.25	NF	50	INM
L-43 (1) F5	33	6.45	1.25	62	80	5 R
L-38 (1) F5	50	3.65	1.25	59	105	INM
L-139 (2) F7	4	4.88	1.2	63	70	INM
RARAMURI	55	5.425	1.2	55	80	60 S-MS
L-144 (1) F5	20	5.95	1.175	73	80	10 R
L-135 (1) F7	5	3.95	1.15	56	80	INM
L-132 (1) F5	23	4.25	1.15	55	85	INM
L-24 (1) F5	43	6.775	1.15	NF	50	INM

L-220 (2) F7	14	4.2	1.125	60	95	INM
L-138 (1) F5	46	4.45	1.125	65	70	INM
L-203 (1) F5	31	6.51	1.075	65	80	5 R
L-55 (1) F5	32	3.95	1.05	60	95	INM
L-53 (1) F5	30	4.35	1.025	65	70	INM
L-118 (1) F5	18	4.1	1	60	95	INM
L-39 (1) F5	44	4.61	0.925	59	51	INM
L-23 (1) F5	37	4.2	0.875	75	60	INM
L-93 (1) F5	47	3.05	0.825	76	66	INM
L-139 (3) F7	11	3.3	0.8	61	90	INM
CUSIHUARACHI	56	2.75	0.688	56	75	40 MS
L-202 (1) F5	38	2.75	0.675	62	85	INM
L-63 (1) F5	35	3.09	0.375	NF	40	5 R

UNIDADES: F. VERDE Y F. SECO (ton ha⁻¹); D.FLOR (días a floración); ALTURA (cm)
CV. = 14.23%

Cuadro 29A. Valores promedio de las líneas experimentales y variedades comerciales consideradas en el experimento. Marín, N.L. Invierno 1997-1998.

LINEA	PAR	ALTU	MAC	HOJA	MA/M	FV	FS	GRAN	INFL	PI000	DFL	ROYA	PROM
L-176 (F5)	17	125	6	8	110	42.4	13.2	2.7	27	27	95	10 R	13.2
L-164(3) F7	42	112	9	7	136	47.6	13.1	2.2	27	30	89	20 MR	13.1
L-195 (F5)	22	134	8	9	74	51.6	13	1.8	26	26	93	10 R.INM	13
L-62 (F5)	32	132	14	11	138	49.6	12.8	2.1	36	20	90	INM	12.8
L-118 (F5)	6	132	9	8	80	52	12.8	1.55	32	22	90	INM	12.75
L-124 (F5)	3	132	6	7	80	50.1	12.8	2.32	22	20	98	INM	12.75
L-138 (F5)	27	115	15	8	99	43.2	12.7	3.4	20	32	104	INM	12.7
L-158 (3) F7	56	125	9	6	78	48.3	12.3	4.5	35	31	84	20 R	12.48
L-43 (F5)	34	134	11	9	80	54.4	12.7	2.92	27	29	91	INM	12.65
L-112 (F5)	35	137	7	10	72	47.7	12.5	2.75	28	30	88	INM	12.5
L-139 (2) F7	44	125	12	6	118	52.6	12.3	2	36	42	81	20 R	12.25
L-31 (F5)	16	130	11	9	63	41.7	12.3	2.9	22	21	90	INM	12.25
L-53 (F5)	9	105	7	8	125	47.6	12.3	2.43	26	25	96	20 R	12.25
L-76 (F5)	11	132	9	8	85	49	12	2	32	24	97	20 R	12
L-33 (F5)	20	115	7	6	85	41.7	11.9	2.4	27	25	98	INM	11.92
L-114(F5)	15	140	8	8	83	39.9	11.8	1.9	27	25	95	INM	11.75
L-131 (F5)	14	132	9	8	98	44	11.8	2.15	38	24	92	20 MR	11.75
L-121 (F5)	31	130	12	8	75	48.3	11.5	2.95	27	26	90	INM	11.5
L-202 (F5)	4	116	8	7	75	47.8	11.4	1.13	24	25	91	20 R	11.4
CORO	36	114	7	7	88	47.2	13.1	2.95	30	24	108	40 MS	11.42
L-130 (3) F7	53	130	7	7	110	43.6	11.1	4	34	27	75	20 R	11.12
L-136 (1) F7	50	145	10	6	89	47.6	11.1	4.3	44	37	80	20 MR	11.1
L-177 (F5)	10	112	8	7	57	42.9	11	2.43	25	25	89	10 R	11
L-191 (2) F7	43	116	8	4	65	42.6	10.8	4	39	39	78	20 MR	10.8
L-93 (F5)	19	125	14	8	77	37.6	10.8	1.85	30	20	96	INM	10.75
CC	1	135	7	8	66	47.8	11.6	2.55	39	35	100	60 S	10.49
L-156 (2) F7	46	110	7	7	82	43.1	10.5	4	32	40	80	INM	10.5
L-218 (2) F7	52	105	8	7	95	40.6	10.4	4.3	34	40	75	20 MR.MS	10.42
L-148 (2) F7	59	119	7	7	102	41.6	10	3.42	30	25	75	10 R	10
L-220 (2) F7	58	115	10	6	69	42.6	9.9	4.1	29	43	80	10 R	9.9
L-38 (F5)	40	142	7	8	69	40.6	9.9	1.77	27	25	95	INM	9.9
L-63 (F5)	29	125	4	9	80	33.5	9.85	0.98	28	30	92	10 R	9.85
L-122 (F5)	7	90	11	6	59	38.3	9.82	0.65	17	23	98	INM	9.82
L-39 (F5)	21	145	6	9	48	35.2	9.8	0.75	33	17	96	INM	9.8
L-23 (F5)	5	117	8	9	61	41.3	9.6	0.65	23	14	105	INM	9.6
L-55 (F5)	8	103	6	8	67	38.5	9.57	1.7	21	22	92	10 R	9.57
L-130 (F5)	2	150	8	7	62	36.2	9.4	0.85	30	25	103	INM	9.4
L-225(2) F7	54	119	10	6	100	36.5	9.1	2.3	30	30	92	20 R	9.1
L-203 (F5)	30	125	11	9	52	31.5	9	1.8	30	25	95	INM	9
L-125 (3) F7	57	110	8	6	50	28.2	6.72	3	24	45	78	20 R	7.735
L-135(1) F7	45	105	8	7	95	29.8	8.75	3.6	26	31	74	20 MR	8.75
L-144 (F5)	28	128	8	8	45	30	8.57	1.32	33	25	104	INM	8.57
L-132 (F5)	38	130	6	8	72	36.6	8.5	1.5	29.6	25	85	20 MR	8.5

Continúa Cuadro 29A.

L-66 (F5)	26	112	9	7	42	34.9	8.5	1.92	30	25	93	INM	8.5
SAIA	39	125	7	9	91	32.9	8.4	0.5	21	25.5	110	INM	8.4
L-197 (1) F7	55	120	7	5	73	32.3	8.22	3.7	30	47	81	20 MR	8.22
L-177(2) F7	47	112	7	5	110	31	8.15	3.6	30	25	84	20 R.MR	8.15
L-25 (F5)	33	145	10	10	23	28.2	6.57	0.8	29	22	94	INM	6.57
L-24 (F5)	23	135	4	8	36	22.7	6.5	0.87	39	20	105	10 R.INM	6.5
L-54 (F5)	18	135	10	8	79	38.4	2.9	2.4	30	30	87	INM	2.9

Nota: ALTU = altura de planta (cm), MAC = número de macollos por planta, HOJA = número de hojas por planta, MAM = número de macollos por metro, FV = rendimiento de forraje verde (ton ha⁻¹), FS = rendimiento de forraje seco (ton ha⁻¹), GRAN = rendimiento de grano (ton ha⁻¹), INFL = longitud de inflorescencia (cm), P1000 = peso de mil semillas (g), DFL = días a floración, ROYA = reacción a la roya y PROM = promedio de rendimiento de forraje seco (ton ha⁻¹). CV. = 11.06 %

Cuadro 30A. Valores promedio de las líneas experimentales y variedades comerciales consideradas en el experimento. Gral. Terán, N.L. Invierno 1997-1998.

LINEA	PAR	ALTU	MAC	HOJA	MA/M	FV	FS	GRAN	INFL	P1000	DFL	ROYA	PROM
L-195 F5	41	1.4	5	8	116	50.68	13.2	2.8	21	25	94	10 R	13.2
L-53 F5	40	1.49	5	9	112	47.45	13	2.9	30	25	96	20 R	13
L-112 F5	44	1.45	6	7	117	47.23	12.87	2.7	37	28	90	10 R.IN	12.87
L-176 F5	38	1.6	4	7	79	43.81	12.85	2.07	32	27	96	10 R	12.85
L-93 F5	43	1.42	6	7	89	53	12.57	2.72	30	20	96	IN	12.57
L-144 F5	23	1.5	5	6	63	48.06	12.2	0.8	32	17	102	IN	12.2
L-76 F5	34	1.6	8	9	82	50.12	12.05	2.75	40	25	95	20 R	12.05
L-164 (3) F7	7	1.25	6	6	80	45.80	12.0	2.70	27	45	78	20 MR R	12.0
L-148 (2) F7	8	1.35	6	6	82	50.42	11.7	2.9	30	26	76	20 R	11.7
L-43 F5	31	1.57	5	7	90	61.81	11.62	1.9	35	29	92	IN	11.62
L-121 F5	18	1.35	8	9	101	56.84	11.6	2.15	30	30	90	IN	11.6
L-138 F5	47	1.35	7	7	57	49.04	11.3	2.05	30	25	102	IN	11.3
L-54 F5	17	1.4	6	6	102	49.05	11.2	2.32	36	35	89	IN	11.2
L-24 F5	32	1.36	8	7	61	55.43	10.87	1.35	32	27	106	10 R	10.87
L-177 F5	46	1.4	8	7	63	45.13	10.85	2.3	37	25	90	10 R	10.85
L-31 F5	54	1.44	8	7	91	42.03	10.75	0.83	32	18.2	90	IN	10.75
L-114 F5	19	1.65	7	8	64	46.75	10.7	1.55	33	27	95	IN	10.7
L-55 F5	33	1.4	5	9	75	45.13	10.67	2.2	27	18	92	20 R	10.67
L-38 F5	35	1.55	7	9	58	44.83	10.65	2.13	22	26	95	IN	10.65
CORO	37	1.48	8	6	105	53.1	12.8	2.62	37	27	110	60 MS	10.61
L-132 F5	20	1.65	4	7	60	45.68	10.6	1.07	36	28	85	20 MR	10.6
SAIA	28	1.58	8	8	104	40.56	10.4	1.07	19	18	110	IN	10.4
L-130 F5	55	1.75	8	8	65	40.54	10.37	0.75	43	16	103	IN	10.37
L-218 (2) F7	16	1.25	5	6	62	47.5	10.32	3.87	40	42	78	20 MR.MS	10.32
L-156 (2) F7	5	1.18	6	6	55	46.1	10.3	2.55	30	45	81	10 R	10.3
L-191 (2) F7	15	1.35	7	6	81	45.3	10.2	3.5	43	42	78	20 MR	10.2
L-66 F5	42	1.55	4	8	44	42	10.17	1.57	40	20	94	IN	10.17
L-139 (2) F7	14	1.2	7	6	60	46.19	10.02	1.7	28	25	81	20 R	10.02
L-23 F5	53	1.84	8	8	72	42.1	10	0.8	50	18	106	IN	10
L-63 F5	39	1.55	7	11	63	40.35	9.7	2.15	26	29	94	20 R	9.7
L-220 (2) F7	4	1.16	4	6	69	41.8	9.7	3.3	33	28	80	10 R	9.7
L-130 (3) F7	10	1.25	4	6	100	49.4	9.5	3.1	37	30	75	40 R.MR	9.5
L-122 F5	26	1.25	6	7	66	44.27	9.5	1.32	23	18.2	98	10 R.IN	9.5
CC	48	1.43	4	8	60	43.53	10.1	1.57	25	31	100	60 S	9.204
L-197 (1) F7	2	1.15	6	5	74	43.65	9.45	3	30	40	83	20 MR	9.45
L-125 (3) F7	3	1.15	6	6	65	32.89	8.35	3	43	37	80	20 R	8.735
L-25 F5	52	1.67	9	9	42	46.69	9.12	0.78	40	18	95	IN	9.12
L-203 F5	21	1.42	5	6	73	39.15	9	1.18	30	20	96	IN	9
L-124 F5	45	1.55	6	6	59	30.09	8.5	1.5	47	33	98	IN	8.5
L-136 (1) F7	6	1.47	5	5	58	35.87	8.5	2.75	60	38	80	40 MR	8.5
L-39 F5	22	1.4	6	8	67	42.05	8.15	0.8	16	25	95	IN	8.15
L-158 (3) F7	9	1.32	6	5	99	45.05	8.5	2.4	40	31	84	20 R	8.125

Continúa Cuadro 30 A

L-118 F5	51	1.85	9	9	75	33.7	7.75	0.75	51	22	90	IN	7.75
L-177 (3) F7	11	1.40	7	6	79	36.03	7.75	2.6	34.0	28	83	20 R	7.75
L-202 F5	29	1.35	6	7	67	40.3	7.75	1.3	30	19	92	20 R	7.75
L-131 F5	30	1.52	4	7	92	37.4	7.3	2.57	45	20	92	30 MR	7.3
L-135(1) F7	57	1.15	8	7	60	32.73	7.1	2.15	28	30	73	20 MR.R	7.1
L-62 F5	50	1.72	8	10	65	32.69	7	0.8	37	20	90	10 R	7
L-33 F5	27	1.3	4	8	65	25.18	4.9	1.05	27	23	100	10 R.IN	4.9
L-225(2) F7	56	1.2	8	7	75	16.92	3.3	0.55	36	20	92	20 R.MR	3.3

Nota: ALTU = altura de planta (cm), MAC = número de macollos por planta, HOJA = número de hojas por planta, MAM = número de macollos por metro, FV = rendimiento de forraje verde (ton ha⁻¹), FS = rendimiento de forraje seco (ton ha⁻¹), GRAN = rendimiento de grano (ton ha⁻¹), INFL = longitud de inflorescencia (cm), P1000 = peso de mil semillas (g), DFL = días a floración, ROYA = reacción a la roya y PROM = promedio de rendimiento de forraje seco (ton ha⁻¹). CV. = 11.69 %

Cuadro 31 A. Valores promedio de las líneas experimentales y variedades comerciales consideradas en el experimento. Gral. Terán, N.L. Invierno 1998-1999.

LÍNEA	PAR	ALTU	MAC	HOJAS	MA/M	FV	FS	GRAN	INFL	P1000	DFL	ROYA	PROM
L-39 F6	30	90.5	5	6	64	45.6	12	21	20	18	95	INM	12
L-43 F6	47	100	8	6	52	46.2	11.3	26	25	23	91	INM	11.25
L-33 F6	36	85	7	6	100	41.8	11.2	24	13	19	94	INM	11.2
L-25 F6	63	138	6	6	62	41	10.6	13	40	12	94	INM	10.6
L-55 F6	46	105	6	6	79	38.6	10.5	14.5	21	12	89	INM	10.5
L-23 F6	64	120	6	6	81	40.3	10.2	13	16	9	102	INM	10.22
L-76 F6	40	105	7	6	68	46.9	10.2	21.7	15.6	23	95	20 R	10.2
L-31 F6	73	148	6	6	54	37.6	10	19	20.6	17	90	INM	10
L-112 F6	54	120	7	7	71	38.3	10	17	22	12	85	INM	10
L-202 F6	32	105	6	6	80	41.6	10	27.5	30	17	91	20 R.MR	10
L-124 F6	57	130	6	6	83	34.7	9.7	24.5	30	20	91	10 R.INM	9.7
L-130 F6	72	168	7	6	88	37.8	9.55	36.8	20	15	91	INM	9.55
L-118 F6	61	135	7	6	85	36.1	9.5	30	30	15	85	INM	9.5
L-66 F6	58	125	6	6	63	33.8	9	21.1	31	18	91	INM	9
L-114 F6	28	95	7	6	80	31	9	13.5	13.6	11	92	INM	9
L-225(2) F8	71	125	6	6	82	34.8	9	30.5	22	23	82	20 MR	9
L-177 F6	52	95	7	6	79	36.4	8.9	20.5	17	19	89	INM	8.9
L-131 F6	42	110	8	6	108	38.3	8.9	14	25.6	15	85	INM	8.9
L-93 F6	53	100	8	7	75	36.1	8.76	26.7	17	15	94	INM	8.76
L-54 F6	24	116	5	6	60	37.8	8.75	24.5	17	20	85	INM	8.75
L-195 F6	59	105	7	6	58	36.1	8.75	18.5	16	17	91	INM	8.75
L-144 F6	31	110	6	6	74	35.9	8.75	15.5	22	12	95	INM	8.75
L-191(2) F8	16	115	6	5	125	36.1	8.75	93.5	30.6	36	75	40 MR.MS	8.75
L-63 F6	50	90	6	6	61	35.6	8.7	44.5	17	25	91	INM	8.7
L-203 F6	29	90	7	5	77	33.9	8.7	32.1	8	18	95	INM	8.7
L-135(1) F8	70	115	6	6	78	36.1	7.77	25	26	20	68	20 MR.MS	7.77
L-139(2) F8	17	100	7	5	97	24.2	7.75	54	30.4	30	80	20 R	7.75
L-38 F6	41	120	8	6	98	31.8	7.7	24	25	22	95	INM	7.7
L-136(1) F8	9	125	5	6	95	29.9	7.7	32.5	45	27	70	20 S.MS	7.7
L-158 (3) F8	5	111	6	5	78	38.5	7.55	68	30	27	81	INM	7.55
L-62 F6	62	120	7	6	51	29.3	7.5	18.7	26	17	89	INM	7.5
L-218(2) F8	19	115	5	5	98	32.3	7.5	80	32	35	70	40 S.MS	7.5
L-158(3) F8	13	117	7	5	87	30.8	7.5	53	30	25	81	20 R	7.5
L-148(2) F8	14	115	8	5	68	29.9	7.3	46	35	17	70	10 R	7.3
CORO	34	110	6	5	137	38.4	12	29	22	26	85	40 MS.MR	6.984
L-138 F6	20	90	6	6	77	28.9	7.2	23	20	20	95	INM	7.2
L-125(3) F8	4	117	6	5	47	31.5	7.5	63.7	43	48	70	20 R	6.975
L-130(3) F8	6	120	6	6	73	24.5	6.45	69	35	30	70	20 R.MR	6.45
L-121 F6	26	110	6	6	67	22.5	6.4	28.5	20	24	85	INM	6.4
197(1) F8	2	112	6	6	81	26.2	6.4	38.5	28	30	75	40 MS.MR	6.4
L-132 F6	27	120	5	6	83	22.3	6.38	15.8	30.1	19	82	20 MR	6.38
L-24 F6	43	114	6	6	78	25.8	6.25	15.9	16.8	14	105	INM	6.25

Continúa el Cuadro 31 A:

L-122 F6	37	108	6	6	58	24.4	6.25	18.5	30	16	92	INM	6.25
L-156(2) F8	7	110	6	6	88	25	6.1	51.5	30	31	80	20 MR	6.1
L-53 F6	49	100	7	6	68	23.8	6.1	37.5	20	20	90	20 MR	6.1
L-220(2) F8	8	135	6	6	66	30.6	6	43.5	30.5	27	75	20 R	6
L-176 F6	51	103	7	6	65	23.7	6	27.5	19	20.1	90	10 R	6
CC	66	115	6	6	77	33.3	8.75	37	23	26	82	90 S	6.317
SAIA	35	115	7	6	96	21.6	5.5	17.5	13	15	92	INM	5.5

Nota: ALTU = altura de planta (cm), MAC = número de macollos por planta, HOJA = número de hojas por planta, MAM = número de macollos por metro, FV = rendimiento de forraje verde (ton ha⁻¹), FS = rendimiento de forraje seco (ton ha⁻¹), GRAN = rendimiento de grano (ton ha⁻¹), INFL = longitud de inflorescencia (cm), P1000 = peso de mil semillas (g), DFL = días a floración, ROYA = reacción a la roya y PROM = promedio de rendimiento de forraje seco (ton ha⁻¹). CV. = 6.05 %

Cuadro 32A. Evaluación de forraje seco y verde; y porciento de daño por roya – reacción de 12 líneas avanzadas y tres testigos regionales de avena en la Ascensión, Aramberrí N.L. (Verano de 1999).

Líneas Avanzadas/ Testigos Regionales.	Forraje Seco (t ha ⁻¹)	Daño y reacción a roya(%)
1. L-135(1) (F ₉)	3.16 B	10R
2. L-225(2) (F ₉)	7.00 AB	Inmune
3. L-177(2)(TX) (F ₉)*	8.43 A	Inmune
4. L-164(3) (F ₉)	8.49 A	Inmune
5. L-191 (2)(F ₉)	9.45 A	10R
6. L-218(2)(F ₉)	6.90 AB	Inmune
7. Coronado (T ₁)**	6.18 AB	60MS
8. L-138(1) (F ₇)	6.46 AB	Inmune
9. L-55(1) (F ₇)	6.45 AB	Inmune
10. Cuauhtémoc (T ₂)**	6.13 AB	60S
11. Saia (T ₃)**	6.33 AB	Inmune
12. L-177(1)(MN) (F ₇)***	7.23 A	Inmune
13. L-93(2) (F ₇)	9.00 A	Inmune
14. L-112(1) (F ₇)	8.36 A	Inmune
15. L-124(1) (F ₇)	5.48 AB	Inmune

*L 177(2)(TX) FAUANL(F₉) procedente de la colección de Quaker Oat Nursery de Texas, EUA

**Las variedades Coronado, Cuauhtémoc y Saia son los testigos regionales (T₁, T₂ y T₃).

***Línea 177(1)(MN) FAUANL(F₉) procedente de la colección de la Universidad de Minnesota, EUA.

****Medias con la misma letra son iguales estadísticamente, Tukey.5%

Nota: Las reacciones a la roya R = Resistente, S = Susceptible, MS = Moderadamente Susceptible y Inmune = No existió ninguna reacción al patógeno, aunque este se encontraba presente en el ambiente. CV. = 19.09 %

Cuadro 33A Comparación de medias para la variable rendimiento de forraje seco ton·ha⁻¹ y porcentaje de daño - reacción a la roya de líneas segregantes F₃, Marín, N. L. invierno 95 - 96.

No. de Línea	Rendimiento de Forraje seco ton·ha ⁻¹	Reacción a la Roya	No. de Línea	Rendimiento de Forraje seco ton·ha ⁻¹	Reacción a la Roya	No. de Línea	Rendimiento de Forraje seco ton·ha ⁻¹	Reacción a la Roya
1	7.26	5 R	51	8.25	20 MR	101	4.55	30 MS
2	10.75	10 MR	52	8.73	20 MR-20MS	102	4.02	30 MS
3	6.50	10 R	53	6.60	20 R	103	4.20	20 MR
4	6.93	10 R	54	7.53	20 MR	104	5.45	20 MR
5	8.83	10 R	55	8.00	5 R	105	5.05	20 MS
6	9.50	10 R	56	6.10	40 S	106	5.75	30 MS
7	8.88	10 R	57	7.95	60 S	107	6.35	20 MR
8	10.40	10 R	58	5.98	10 R	108	5.21	5 R
9	6.65	10 MR	59	4.25	20 R	109	5.00	60 S
10	5.43	10 R	60	6.10	40 S	110	6.00	40 S
11	5.50	INMUNE	61	4.93	50 S	111	5.50	10 R
12	7.85	5 R	62	3.78	40 MS	112	5.10	INMUNE
13	6.10	5 R	63	4.70	5 R	113	6.95	10 R
14	5.25	10 R	64	7.73	40 S-MS	114	6.95	5 R
15	5.25	10 R	65	5.40	30 S	115	7.38	10 MR
16	4.53	20 MR	66	6.03	40 S	116	7.15	10 MS
17	5.25	10 R	67	5.03	20 MR-MS	117	7.01	10 MS
18	6.25	20 MR	68	4.13	5 R	118	11.50	10 R
19	5.50	5 R	69	4.50	10 MR	119	4.30	20 MS
20	7.38	10 R	70	6.40	10 R	120	7.43	10 MR
21	3.60	20 MS	71	5.10	10 R	121	7.25	20 MR
22	4.15	20 MS-30S	72	3.95	20 MR	122	6.75	10 R
23	4.25	30 S	73	4.00	10 R	123	6.58	20 MR
24	3.40	10 R	74	4.45	5 R	124	8.88	20 MS
25	4.50	5 R	75	7.35	30 MS	125	6.92	60 S
26	4.65	10 R	76	6.05	5 R	126	6.50	30 MR
27	4.58	10 R	77	5.77	10 MR	127	6.90	20 MR
28	5.75	10 R	78	4.65	30 S	128	5.40	20 R
29	6.00	20 MR	79	9.00	30 MS	129	5.75	20 MS
30	5.10	10 R	80	4.00	10 MR	130	6.38	20 MR
31	10.25	20 MS-MR	81	7.53	5 R	131	5.77	20 MR-MS
32	4.55	10 R	82	7.35	10 R	132	6.38	20 MS
33	8.03	5 R	83	6.75	20 MR	133	6.75	10 R
34	6.05	10 R	84	10.00	5 R	134	5.00	20 MR
35	6.75	10 R	85	8.00	10 R	135	6.62	10 MR
36	5.85	5 R	86	7.25	10 R	136	4.51	10 MR
37	7.03	5 R	87	7.48	10 R	137	5.50	40 S
38	5.90	INMUNE	88	9.65	5 R	138	5.02	30 MS
39	7.85	10 R	89	7.75	10 R	139	5.50	40 MS
40	5.53	10 MR	90	4.50	20 R	140	5.30	40 S
41	6.88	10 R	91	7.00	5 R	141	4.68	40 S
42	6.95	10 MR	92	6.70	5 R	142	6.13	20 MR
43	8.50	20 MS	93	5.28	10 R	143	5.33	20 MR
44	6.20	10 R	94	5.75	10 R	144	5.22	30 MR
45	7.63	10 R	95	3.70	10 R	145	3.92	20 MR
46	6.80	10 R	96	5.15	20 MS	146	6.38	INMUNE
47	5.25	5 R	97	3.50	20 MR-R	147	5.10	20 MR

Continúa Cuadro 33A

48	5.38	20 MS	98	4.45	40 S	148	5.23	20 MR
49	6.00	20 R	99	4.05	5 R	149	6.50	20 MR
50	7.00	40 MS	100	4.30	40 S	150	5.18	20 MS
151	4.75	20 MS	181	4.65	40 MS	211	6.07	20 R
152	7.00	5 R	182	6.75	40 MR	212	3.90	20 MS
153	3.70	20 MR	183	6.78	20 MR	213	5.38	20 R
154	5.50	5 R	184	5.45	20 MR	214	5.10	20 MS
155	5.28	10 R	185	5.02	20 MR	215	6.75	40 S
156	6.60	20 R	186	5.50	20 MR	216	2.95	20 MR-MS
157	4.98	10 R	187	3.35	10 MR	217	3.20	40 S
158	7.86	20 MR	188	4.55	20 MR	218	4.80	40 S
159	8.00	10 R	189	5.50	10 R	219	3.77	30 R
160	6.92	20 MR	190	6.98	20 MR-MS	CUA *	10.12	60 S
161	6.00	20 MR	191	5.25	20 MR	SAI *	6.02	INMUNE
162	6.00	10 R	192	11.75	10 R			
163	5.50	20 MR	193	5.97	10 R			
164	8.27	20 MR	194	2.65	20 R			
165	6.00	5 R	195	6.01	10 R			
166	10.97	10 R	196	4.98	20 MR			
167	8.55	20 R	197	9.07	20 MR			
168	7.05	20 MR	198	7.65	10 R			
169	8.50	20 R	199	9.47	10 R			
170	7.62	20 MR	200	6.50	20 R			
171	10.98	10 R	201	3.10	20 MR			
172	6.97	10 R	202	6.12	10 R			
173	7.58	20 MR	203	5.15	20 MR			
174	6.65	10 MR	204	5.07	20 R			
175	5.68	10 R	205	2.80	10 R			
176	8.90	10 MR	206	6.05	10 R			
177	5.00	10 MR	207	4.25	20 MR			
178	5.72	20 MR-MS	208	5.65	10 R			
179	5.75	10 MR-MS	209	4.51	20 R			
180	6.47	20 MS	210	3.02	10 R			

Testigo 1 Cuauhtémoc, Testigo 2 Saia.

No existió diferencia estadística significativa entre las medias comparadas. CV. = 46.97 %

Cuadro 34A. Comparación de medias de rendimiento de forraje seco ton. ha⁻¹ y porcentaje de daño de roya de por roya - reacción de líneas segregantes F₃ INIFAP, Gral. Terán N. L. invierno 95-96.

No. de Línea	Rendimiento de Forraje seco Ton ha ⁻¹	Reacción a la Roya	No. de Línea	Rendimiento de Forraje seco Ton ha ⁻¹	Reacción a la Roya	No. de Línea	Rendimiento de Forraje seco Ton ha ⁻¹	Reacción a la Roya
1	5.45	5 R	51	6.25	20 MR	101	5.25	30 MS
2	7.47	10 MR	52	8.75	20 MR-MS	102	6.50	30 MS
3	7.27	10 R	53	8.75	10 R	103	8.67	20 MR
4	7.75	10 R	54	8.25	20 MR	104	7.40	20 MR
5	4.00	10 R	55	6.50	INMUNE	105	7.15	20 MS
6	6.45	10 R	56	6.30	40 S	106	4.65	20 MS
7	4.85	10 R	57	5.52	40 S	107	7.55	20 MR
8	6.05	10 R	58	6.45	10 R	108	5.80	10 R
9	4.90	10 MR	59	8.25	20 R	109	4.27	40 S
10	8.75	10 R	60	5.32	40 S	110	8.00	40 S
11	4.00	INMUNE	61	8.50	60 S	111	8.00	10 R
12	4.20	10 R	62	7.00	40 MS	112	7.25	INMUNE
13	4.75	10 R	63	10.72	10 R	113	7.00	10 R
14	4.80	10 R	64	7.75	40 S	114	8.75	10 R
15	2.75	10 MR	65	5.25	40 S	115	7.42	10 MR
16	6.20	20 MR	66	9.50	40 S	116	7.25	10 MS
17	6.50	10 R	67	5.30	20 MR	117	6.95	10 MS
18	4.50	20 MR	68	7.35	10 R	118	8.75	5 R
19	4.50	5 R	69	7.25	10 MR	119	6.50	20 MS
20	6.00	10 R	70	5.26	5 R	120	8.25	20 MR
21	9.05	20 MS	71	7.75	10 R	121	7.00	20 MR
22	7.25	20 MS-30 S	72	5.85	20 MR	122	6.73	20 R
23	6.50	30 S	73	5.50	10 R	123	8.75	20 MR
24	9.13	10 R	74	7.60	5 R	124	9.75	20 MS
25	6.45	10 R	75	7.75	30 MS	125	9.50	40 S
26	6.00	5 R	76	9.28	10 R	126	7.92	30 MR
27	6.95	10 R	77	5.25	10 MR	127	8.00	20 MR
28	6.50	10 R	78	7.95	20 S	128	9.82	20 R
29	6.80	20 MR	79	6.52	30 MS	129	8.35	20 MS
30	7.02	10 R	80	8.87	10 MR	130	6.67	20 MR
31	8.32	20 MR-MS	81	6.50	10 R	131	9.75	20 MR-MS
32	4.52	10 R	82	7.52	10 R	132	8.25	20 MS
33	6.00	10 R	83	6.00	20 MR	133	8.25	10 R
34	8.00	10 R	84	4.88	10 R	134	8.45	20 MR
35	4.50	10 R	85	7.27	10 R	135	5.97	10 MR
36	7.65	INMUNE	86	5.60	10 R	136	7.93	10 MR
37	8.25	INMUNE	87	8.55	10 R4	137	11.00	40 S
38	7.62	INMUNE	88	5.35	10 R	138	10.75	40 MS
39	8.50	10 R	89	6.75	20 R	139	6.20	40 MS
40	8.37	10 MR	90	5.25	20 R	140	5.45	40 S
41	5.15	10 R	91	4.52	10 R	141	10.00	40 S
42	6.25	10 MR	92	6.77	10 R	142	9.5	20 MR
43	9.75	20 MS	93	5.05	10 R	143	6.0	20 MR
44	9.45	20 R	94	5.75	10 R	144	13.25	20 MS
45	5.25	20 R	95	3.00	10 R	145	3.95	20 MR
46	7.02	10 R	96	8.25	20 MS	146	8.35	INMUNE

Continua

Cuadro 34A

Continúa Cuadro 34A

47	6.55	10 R	97	5.90	20 MR	147	5.52	20 MR
48	7.88	20 MR	98	5.70	40 S	148	5.14	20 MR
49	6.10	20 R	99	4.50	10 R	149	9.75	20 MR
50	6.30	40 MS	100	7.05	40 S	150	10.95	20 MS
151	9.22	20 MS	181	6.55	40 MS	211	6.45	10 R
152	7.75	5 R	182	3.00	40 MR	212	5.87	20 MS
153	4.70	20 MR	183	5.95	30 MR	213	6.70	10 R
154	4.02	10 R	184	4.53	20 MR	214	4.01	20 MR
155	7.75	10 R	185	5.60	20 MR	215	7.00	40 S
156	7.52	10 R	186	5.30	20 MR	216	5.43	20 MR
157	6.00	5 R	187	4.40	20 MR	217	3.26	40 S
158	7.87	20 MR	188	4.00	20 MR	218	6.75	40 S
159	5.40	10 R	189	5.75	5 R	219	5.80	20 R
160	7.00	20 MR	190	6.68	20 MR-MS	CUA	7.98	60 S
161	6.00	20 MR	191	5.50	20 MR	COR	7.20	40 MS
162	4.75	10 R	192	6.50	10 R		Testigo 1	Cuauhtémoc
163	5.80	20 MR	193	4.95	10 R		Testigo 2	Coronado
164	7.00	20 MR	194	8.00	10 R			
165	4.55	20 R	195	3.91	10 R			
166	7.27	10 R	196	7.00	10 MR			
167	6.25	10 R	197	5.42	20 MR			
168	4.26	20 MR	198	6.30	10 R			
169	6.40	20 R	199	5.28	10 R			
170	3.95	20 MR	200	8.92	10 R			
171	4.75	10 R	201	5.02	20 MR			
172	5.25	5 R	202	5.25	10 R			
173	6.75	20 MR	203	5.75	20 MR			
174	5.55	20 MR	204	8.25	20 R			
175	5.07	10 R	205	5.25	10 R			
176	9.97	20 MR	206	6.00	10 R			
177	5.75	30 MR	207	5.25	30 MR			
178	5.20	20 MR-MS	208	6.75	10 R			
179	6.75	20 MR	209	6.25	10 R			
180	5.51	10 MS	210	6.25	10 R			

CV. = 17.56 %

Cuadro 35A. Comparación de medias para la variable rendimiento de forraje seco ton. ha⁻¹ y porcentaje de daño-reacción a la roya de la corona de 219 líneas segregantes F₃ La Ascensión, Arabmberri, N. l. verano 1996

No. de Línea	Rendimiento Forraje seco Ton ha ⁻¹	Reacción a la Roya	No. de Línea	Rendimiento Forraje seco Ton ha ⁻¹	Reacción a la Roya	No. de Línea	Rendimiento Forraje seco Ton ha ⁻¹	Reacción a la Roya
1	1.95	20 R	51	3.50	20 MR	101	2.18	30 MS
2	1.72	10 MS	52	1.95	20 MR-MS	102	3.53	30 MS
3	3.30	10 R	53	4.60	10 R	103	4.05	20 MR
4	3.10	10 R	54	2.90	20 MR	104	2.78	20 MR
5	1.68	20 R	55	4.55	10 R	105	2.73	20 MS
6	3.20	20 R	56	2.85	60 S	106	2.55	30 MS
7	3.42	20 R	57	4.35	40 S	107	2.65	10 MR
8	1.75	10 MR	58	3.18	20 R	108	2.80	10 R
9	2.62	10 MR	59	3.27	20 R	109	3.77	60 S
10	1.68	20 R	60	1.70	40 S	110	3.18	20 MS
11	1.72	10 R	61	2.95	60 S	111	3.87	10 R-MR
12	2.80	5 R	62	3.03	40 MS	112	3.15	10 R
13	2.85	10 R	63	1.98	10 R	113	2.60	20 R
14	3.10	20 R	64	3.25	40 S	114	2.92	10 R
15	3.34	20 MR	65	4.18	40 S	115	4.25	10 MR
16	3.82	20 MR	66	4.75	40 S	116	3.27	10 MS
17	4.18	10 R	67	3.18	20 MR	117	3.33	20 MS
18	4.00	20 MR	68	2.90	10 R	118	2.83	20 R
19	3.10	5 R	69	3.15	10 MR	119	1.68	20 MS
20	3.30	10 R	70	3.22	20 R	120	1.80	10 MR
21	4.46	20 MS-MR	71	1.45	20 R	121	2.90	20 MR
22	4.57	30 S	72	1.57	20 MR	122	2.97	20 R
23	3.35	30 S	73	3.00	20 R	123	2.80	20 MR
24	4.08	20 R	74	4.67	10 R	124	4.72	20 MR-MS
25	4.22	20 MR	75	4.28	30 MS	125	4.28	40 S
26	1.16	10 R	76	3.30	10 R	126	4.70	20 MR
27	2.18	10 R	77	2.92	20 MR	127	3.42	20 MR
28	2.40	20 R	78	4.05	40 S	128	3.62	10 R
29	2.47	20 MR	79	3.47	30 MS	129	3.02	20 MS
30	1.48	10 R	80	1.92	20 MR	130	3.23	20 MR
31	2.95	20 MS	81	2.17	10 MR	131	3.65	20 MR-MS
32	2.85	20 R	82	2.23	20 R	132	3.82	10 MR
33	2.05	10 R	83	3.18	20 MR	133	3.10	20 MR
34	4.15	10 MR	84	2.70	20 R	134	2.92	10 R
35	4.17	10 MR	85	3.95	30 R	135	3.97	10 R
36	3.40	10 R	86	4.25	20 R	136	3.95	10 MR
37	2.80	10 R	87	3.40	20 R	137	4.00	10 MS
38	3.72	INMUNE	88	4.56	10 R	138	3.80	40 MS
39	3.12	20 R	89	4.67	20 R	139	4.45	20 MS
40	3.22	10 MR	90	4.50	20 R	140	4.12	20 MS
41	2.51	20 R	91	2.18	10 R	141	2.22	60 S
42	3.08	20 MR	92	1.63	5 R	142	3.50	20 MR
43	4.67	20 MS	93	2.93	5 R	143	3.47	20 MR
44	2.85	10 R	94	4.07	20 MR	144	3.17	30 MR
45	3.20	20 R	95	2.60	20 MR	145	2.97	20 MR
46	2.80	10 R	96	3.15	40 MS	146	3.12	10 R
47	2.98	5 R	97	2.98	20 MR	147	4.27	20 MR
48	1.68	20 MS	98	2.72	60 S	148	4.07	20 MR

Continúa Cuadro 35A

Continúa Cuadro 35A.

49	2.05	20 R	99	2.97	5 R	149	4.02	10 MS
50	2.22	40 MS	100	2.52	40 MS	150	3.92	20 MS
151	4.00	30 MS	181	3.02	40 MS	211	3.67	10 R
152	4.55	10 R	182	4.32	40 MS	212	3.15	20 MR-MS
153	4.32	20 MR	183	2.92	20 MR	213	4.40	20 MR-R
154	4.07	10 R	184	4.52	10 MR	214	4.10	20 MS
155	4.57	20 MR	185	3.55	20 MR	215	3.62	40 S
156	4.17	20 R	186	2.90	20 MR-MS	216	4.02	20 MS
157	2.22	20 R	187	2.97	10 MR	217	4.40	20 MS
158	1.52	20 MR	188	3.02	20 MR	218	4.61	40 S
159	1.73	20 R	189	3.75	10 R	219	3.67	20 S
160	3.02	20 MR	190	2.92	40 MR	CUA	2.94	60 S
161	2.92	20 R	191	4.62	20 MR	SAI	2.13	5 R
162	2.20	10 R	192	4.55	10 R			
163	1.65	20 MR	193	3.48	20 R			
164	3.05	20 MR	194	4.08	10 MR			
165	3.42	10 R	195	3.67	10 R			
166	3.10	20 R	196	3.57	20 R			
167	4.22	20 MR	197	4.37	20 R			
168	2.93	20 MS	198	2.98	20 MR			
169	3.28	10 R	199	4.27	10 R			
170	2.67	20 MS	200	4.85	10 R			
171	2.72	10 R	201	4.55	20 MR			
172	4.30	20 R	202	4.12	20 R			
173	4.42	20 MR	203	4.77	30 MR			
174	4.18	20 MR	204	4.45	20 R			
175	4.70	20 R	205	4.80	10 R			
176	4.65	10 MR-MS	206	4.37	10 R			
177	2.42	10 MR	207	4.07	20 MR			
178	2.32	20 S	208	4.70	20 R			
179	3.05	10 MR-MS	209	4.20	10 R			
180	1.67	20 MS	210	3.55	10 MR			

CV. = 13.42 %

Cuadro 36A. Valores promedio de las líneas F₄ experimentales segregantes de avena de la colección de la Universidad de Minnesota, E.U.A. y de los testigos regionales. Marín, N.L. Invierno 1996-1997.

LINEA	PAR	ALTU	MAC	HOJA	MA/M	FV	FS	GRAN	INFL	P1000	DFL	ROYA	PROM
L-53	58	115	6	7	125	38.1	11.5	2.05	25	23	97	20R	11.5
L-54	115	118	6	7	106	39	10.5	2.08	22	33	89	Inmune	10.5
L-138	74	102	5	7	108	41	10.5	2.1	25	32	95	40 MR-R	10.5
L-141	5	124	6	7	95	40.1	10.3	1.15	32	29	104	40S	10.3
L-144	26	110	6	6	101	40.6	10.3	1.15	29	31	100	Inmune	10.25
L-125	19	101	4	6	70	43	9.75	1.3	18.5	31	94	40S	9.75
L-142	43	103	6	6	86	36.8	9.65	1.15	17	26	96	20MR	9.65
L-137	36	108	5	7	72	46	9.55	2	18	29	98	40 S-M	9.55
L-76	27	108	5	6	90	43.1	9.55	1.27	22	29	98	20R	9.55
L-131	59	132	4	7	105	43.1	9.55	1.25	31	28	92	20R	9.55
L-121	30	132	6	7	72	43.1	9.5	2.48	27	28	90	Inmune	9.5
L-63	37	127	7	7	82	45	9.5	1	20	30	93	5R	9.5
L-23	40	104	4	6	67	44.6	9.05	0.8	22	18	105	Inmune	9.05
L-24	46	106	5	6	88	45.8	9	0.9	27	28	105	Inmune	9
L-129	64	117	6	6	65	37.1	9	0.55	23	28	96	20-MRMS	9
Cuahtémoc	53	105	4	6	68	42.1	11.5	2.5	12.5	32	100	60S	8.147
L-37	2	121	5	7	87	38.6	8.75	1.5	19	28	106	Inmune	8.75
L-213	41	117	6	6	68	40.2	8.8	1.6	30	30	100	20MS	8.65
Saia	21	117	7	7	92	40.9	8.5	0.55	23	22	110	Inmune	8.375
L-155	14	115	6	7	80	36	8.25	1.4	24	28	100	10R	8.25
L-120	32	102	6	6	84	40.1	8.05	0.9	18	28	100	20MR	8.05
L-66	52	106	5	6	116	41.6	8.05	1.75	21	26	96	10R	8.05
L-200	141	106	4	6	84	43	8.05	1.25	23	31	96	10R	8.05
L-118	10	140	7	6	102	37	8	1.28	39	32	92	Inmune	8
L-124	136	145	5	8	100	31.6	8	1.15	34	31	94	20-MS	8
L-176	106	127	6	7	80	33.3	8	0.85	22	31	94	20MR	8
L-158	90	115	6	6	100	32	7.87	1.9	23	31	96	20MR	7.87
L-123	85	87	6	6	62	41.2	7.87	0.9	21	31	92	20MR	7.87
coronado	39	117	6	6	120	42	10.8	2.5	29.5	30	110	40S	7.444
L-39	48	115	6	7	100	41	8.5	1.1	20	30	95	Inmune	8.125
L-114	79	120	4	6	60	31	7.75	1.15	24	31	95	Inmune	7.75
L-78	101	115	7	6	80	35.1	7.75	1.5	25	31	95	30S	7.75
L-126	35	117	4	7	52	35	7.75	1.17	20	31	96	30MR	7.75
L-204	118	132	4	6	120	37	7.75	1.37	22	31	94	20R	7.75
L-43	102	128	6	7	130	37	7.75	1.9	29	31	92	20MS	7.75
L-110	16	106	6	6	105	38.1	7.63	1	21	31	96	60S	7.63
L-31	146	112	4	7	120	31.6	7.52	1.5	23	31	92	20MR	7.52
L-75	82	124	4	6	90	36	7.5	1.75	21	31	94	20MS	7.5

Continúa Cuadro 36A.

L-132	95	132	4	6	110	33	7.5	1.5	26	31	92	20MS	7.5
L-69	51	125	6	7	130	35	7.43	1	33	31	98	20M	7.43
L-3	31	125	4	7	76	35.1	7.42	0.9	31	28	102	10R	7.42
L-82	38	112	6	6	72	34.6	7.25	1.25	19	31	95	10R	7.25
L-116	71	92	4	6	72	26.8	7.22	1.27	16	31	96	20MS	7.22
L-61	18	79	4	6	86	36.1	7.17	1.05	18	31	92	60S	7.17
L-68	109	114	4	6	105	29.1	7.1	1.6	22	31	96	20R	7.1
L-112	20	112	4	7	70	36	7	1.5	24	32	88	Inmune	7
L-62	76	110	5	6	100	36	7	1.4	23	31	94	40MS	7
L-4	69	137	6	7	82	35.6	7	1	31	30	96	20R	7
L-149	112	125	4	7	123	29.1	7	1.25	23	32	94	20MR	7
L-209	131	107	4	7	80	27.6	7	1.5	16	31	94	10R	7
L-30	8	127	4	7	80	30.1	6.95	0.8	24	26	102	10R	6.95
L-133	114	112	5	7	100	30.2	6.9	1.2	14	32	92	10R	6.9
L-156	73	119	6	7	80	31	6.87	1.21	27	33	96	5R	6.87
L-27	62	105	6	6	66	30.1	6.75	1.25	23	28	96	20MR	6.75
L-103	145	127	5	7	80	30.1	6.75	1.05	24	31	94	20MR	6.75
L-117	124	130	4	7	130	30.1	6.75	1.48	23	32	94	10MS	6.75
L-29	139	135	6	7	100	30.1	6.7	0.95	26	33	94	20MR	6.7
L-130	80	108	4	7	68	31.8	6.5	1	16	31	96	20MR	6.5
L-127	103	132	4	7	71	30	6.5	0.5	25	18	96	20MR	6.5
L-2	129	112	4	6	90	31	6.5	1.25	18	31	94	10MR	6.5
L-196	104	133	6	7	70	31.2	6.5	1.17	24	31	92	10MR	6.5
L-25	29	103	4	6	62	32.1	6.25	1.05	22	32	94	Inmune	6.25
L-102	81	118	4	7	70	32	6.25	1.45	22	33	94	20MS	6.25
L-33	24	101	4	6	60	30.1	6.15	1.8	20	28	98	10R	6.15
L-210	93	115	6	6	60	33	6	1.28	22	31	94	5R	6
L-50	147	114	4	6	116	32.6	6	1	22	30	92	40MS	6
L-94	7	111	6	7	58	26.1	5.93	0.92	19	24	106	10R	5.93
L-163	63	89	4	6	90	25.6	5.78	0.7	16	30	96	20MR	5.78
L-73	107	125	4	7	72	20.6	5.52	1.35	19	32	96	20R	5.52
L-185	113	118	5	7	63	22	5.5	1.25	19	31	94	20MR	5.5
L-177	84	123	6	7	80	25.6	5.5	1	29	34	95	20MR	5.5
L-192	123	120	4	7	76	23	5.5	0.98	25	31	96	10R	5.5
L-86	15	106	4	6	72	21.6	5.4	1.33	23	30	98	5R	5.4
L-189	98	100	4	6	88	19	5.5	1.5	21	31	93	5R	5.435
L-205	42	108	4	4	95	21	5.37	1.2	16.5	22	100	10R	5.37
L-174	117	112	6	7	89	20.6	5.3	1.45	21	32	94	30MR	5.3
L-22	54	115	4	7	68	20.1	5.3	0.77	23	26	94	20-MS	5.3
L-55	134	114	4	7	90	19.1	5.25	1.25	19	29	92	Inmune	5.25
L-191	119	94	4	6	70	23	5.25	0.75	14	28	94	20MR	5.25
L-179	137	147	7	7	80	20.1	5.25	1	25	33	94	10MR	5.25
L-122	142	106	7	7	110	21.6	5	0.95	29	28	94	20R	5
L-212	86	105	4	6	61	22	5	0.8	18	29	94	20MS	5

Continúa Cuadro 36A.

L-93	91	115	6	7	52	22	5	0.55	26	28	92	10R-Immune	5
L-202	87	115	6	6	70	23	5.25	1.45	23	31	94	20MR	5.025
L-35	65	107	4	6	62	20.6	4.8	0.6	18	21	94	10R	4.8
L-183	128	127	4	7	50	21	4.75	0.95	24	26	94	30MR	4.75
L-18	4	118	6	6	63	22	4.75	0.75	22	29	108	20-MR	4.75
L-67	13	125	4	7	84	23	4.65	1.25	21	31	103	20MR	4.65
L-32	97	115	4	7	55	20	4.4	0.82	17	29	94	10R	4.4
L-195	130	106	5	7	66	14.6	3.75	0.6	23	28	94	20MR	3.75
L-38	135	136	4	7	80	21	1.5	1.17	27	31	92	Immune	1.5

Nota: ALTU = altura de planta (cm), MAC = número de macollos por planta, HOJA = número de hojas por planta, MAM = número de macollos por metro, FV = rendimiento de forraje verde (ton ha⁻¹), FS = rendimiento de forraje seco (ton ha⁻¹), GRAN = rendimiento de grano (ton ha⁻¹), INFL = longitud de inflorescencia (cm), P1000 = peso de mil semillas (g), DFL = días a floración, ROYA = reacción a la roya y PROM = promedio de rendimiento de forraje seco (ton ha⁻¹). CV. = 10.65 %

Cuadro 37A. Valores promedio de las variables agronómicas consideradas en el experimento. Evaluación de 92 líneas segregantes F4. Gral. Terán, N.L. Invierno 1996-1997.

LÍNEA	PAR	ALTU	MAC	HOJA	MA/M	FV	FS	GRAN	INFL	P1000	DFL	ROYA
L-138	59	122	6	7	110	42	10.8	2.3	26	32	95	40R
L-144	22	110	5	6	107	39.1	9.6	1	27	30	100	INMUNE
L-131	48	140	4	7	106	42.1	9.3	1.3	31	28	94	20R
L-53	47	116	5	7	120	35.2	9.2	1.6	25	26	96	20RMR
L-141	5	134	6	7	90	37.2	9.1	1.2	32	29	104	40-S
L-54	93	120	6	7	96	32	9.1	2	22	31	90	INMUNE
L-76	23	110	5	6	92	39.1	9.1	1.2	21	28	98	20R
L-121	25	135	6	7	80	40.1	9	2.2	27	28	90	INMUNE
SAIA	17	121.5	5.5	6.5	88	39.9	8.7	0.825	21	25	103	INMUNE
L-125	15	108	4	6	75	38.2	8.75	1.2	18	30	96	40S
L-118	9	150	5	7	110	40.1	8.6	1.3	39	32	94	INMUNE
L-137	29	110	5	7	80	41	8.6	1.6	18	29	96	40MS
L-112	16	118	5	7	92	39.1	8.4	1.7	26	32	90	INMUNE
L-176	86	131	6	7	92	34	8.4	1.1	22	30	94	20MR
L-24	36	110	5	6	90	40.2	8.3	1.3	28	28	104	INMUNE
L-142	35	105	4	6	75	32.1	8.2	1	17	26	96	20MS
L-63	30	132	6	6	90	43	8.2	1.2	21	29	93	5R
L-4	55	140	6	7	90	36.1	8.1	1.3	31	28	96	20MR
L-43	83	130	6	7	122	38.1	8.1	1.9	28	30	92	20MS
L-110	13	110	5	6	102	37.8	7.9	0.9	21	30	98	60S
L-132	76	140	5	6	108	35	7.8	1.6	26	30	92	20MS
L-204	95	130	4	6	110	36	7.8	1.3	22	30	94	20MR
L-120	27	105	6	6	80	36.1	7.6	1	19	28	102	20MR
L-69	42	127	5	7	122	34.2	7.6	1.2	31	31	98	20MR
L-78	82	116	5	6	89	36.2	7.6	1.5	24	31	95	30MS
L-158	72	116	5	6	102	34	7.3	1.8	22	30	96	20MR
L-3	26	125	4	7	80	33.1	7.3	1	31	29	102	10R
L-39	38	116	5	7	92	32	7.3	1.2	21	30	96	INMUNE
L-114	64	128	4	6	68	34	7.2	1.2	24	30	96	INMUNE
L-200	114	110	4	6	82	32	7.2	1.2	23	30	96	10R
L-66	43	108	5	6	112	35.1	7.2	1.6	22	26	98	10R
CC	1	117.7	4.737	6.526	86.79	31.12	6.663	1.284	22.13	28.84	96.68	60-S
L-124	110	148	5	8	92	33	7.1	1.1	32	30	94	20MR-R
L-127	84	133	4	7	82	28.1	7.1	1.8	26	22	96	20MR
L-130	65	110	4	7	78	33.6	7.1	1.5	16	30	96	20MR
L-116	57	90	4	6	70	24.6	7	1.2	18	30	96	20MS
CORO	20	114.9	4.571	6.286	83.29	32.61	6.886	1.314	21.5	28.57	97.29	60S
L-155	11	120	5	6	79	32	6.9	1.5	22	28	102	10R
L-27	50	110	6	6	82	31.6	6.9	1.3	23	29	96	20MR
L-133	92	114	5	7	96	32	6.8	1.3	16	32	92	10R
L-23	32	104	3	6	60	34.5	6.8	1	20	24	105	10R

Continuación de Cuadro 37A

Continúa Cuadro 37A.

L-196	85	132	5	7	82	32.2	6.5	1.2	24.5	31	92	10MR
L-2	105	114	4	6	92	32	6.4	1.3	19	30	94	10MR
L-21	33	120	6	6	76	31	6.4	1.3	28	28	100	20S
L-37	2	131	6	7	80	28	6.4	1.2	19	29	106	INMUNE
L-62	63	110	4	6	96	33	6.4	1.2	23	30	94	40MS
L-73	87	122	5	7	92	28.6	6.4	1.4	19	30	96	20R
L-93	73	116	5	7	82	31.1	6.4	1.2	26	28	92	10R
L-117	99	131	4	7	116	31	6.3	1.3	23	32	94	10MS
L-123	69	92	5	6	72	30.1	6.2	1	22	32	92	20MR
L-29	112	138	6	7	92	28.6	6.2	1	24	31	94	20MR
L-61	14	84	4	7	90	30.6	6.2	1.1	19	31	94	60S
L-82	31	115	4	7	76	29.2	6.2	1	20	30	94	10R
L-126	28	120	5	6	62	30	6.1	1.3	20	30	96	40MS
L-156	58	120	6	7	90	30	6.1	1.2	26	30	96	10R
L-189	79	108	4	6	92	21	6.1	1.6	22	30	93	5R
L-191	96	96	4	6	82	31	6.1	1.3	16	28	96	20MR
L-205	34	110	4	6	90	24	6.1	1	17	24	102	10R
L-209	107	110	4	7	81	27	6.1	1.4	18	30	94	10R
L-31	117	115	4	7	110	29.6	6.1	1.3	22	30	92	20MR
L-50	118	115	4	6	92	26.1	6.1	1.2	20	28	92	40MS
L-75	67	124	4	6	92	33	6.1	1.6	22	31	96	20MS
L-149	90	126	4	7	110	28.1	6	1.2	22	30	94	20MR
L-203	71	115	5	6	72	26	6	1.3	23	30	94	20MS
L-30	7	136	4	7	85	30.4	6	1.3	24	26	103	10R
L-192	98	122	4	7	72	23.6	5.9	1.1	25	30	96	10R
L-210	75	116	5	6	70	31	5.9	1.2	21	30	94	10R
L-25	24	110	5	6	82	36.1	5.9	1.1	26	32	95	INMUNE
L-102	66	118	4	7	75	30	5.6	1.3	22	30	94	20MS
L-103	116	128	5	7	82	26.1	5.6	1	22	29	94	20MR
L-122	115	110	6	7	92	22.2	5.6	1.1	26	28	94	20MR
L-174	94	114	6	7	80	24	5.6	1.3	21	31	94	30MR
L-212	70	110	4	6	72	24	5.6	1	20	29	94	20MS
L-213	8	122	4	6	68	25.5	5.6	1.2	22	29	106	10R
L-35	53	110	4	6	75	24	5.6	0.6	20	22	94	20MR
L-68	89	116	4	6	105	26.1	5.6	1.6	22	31	94	20R
L-129	52	120	6	6	60	30.2	5.4	0.4	22	24	96	200MR
L-202	103	120	5	7	88	23.1	5.4	1.2	22	30	96	10R
L-137	51	90	6	6	86	24.2	5.3	0.8	16	28	96	20MR
L-55	108	115	5	7	92	22.1	5.3	1.4	21	30	92	INMUNE
L-139	19	120	5	6	82	29.6	5.2	1	24	28	100	40MS
L-177	68	125	5	7	86	24.6	5.2	1.1	27	31	95	20MR
L-38	109	130	4	7	88	26	5.2	1.2	24	30	92	INMUNE
L-179	111	130	6	7	80	22.1	5.1	1.3	22	31	94	10MR
L-183	104	130	4	7	63	24	5.1	1.2	24	26	94	30MR

Continuación del Cuadro 37A.

Continúa Cuadro 37A.

L-189	77	110	4	6	89	23.2	5.1	1.4	21	30	90	5R
L-22	45	118	4	7	72	23	5.1	0.8	24	26	94	20MS
L-86	12	118	5	6	82	22.3	5.1	1.2	23	29	98	5R
L-33	18	104	3	6	64	25.1	4.9	1.3	21	26	98	10R
L-94	6	135	6	6	67	25.1	4.9	1.1	19	26	106	10-R
L-18	4	133	6	6	73	23	4.8	1	23	29	105	20MR
L-185	91	119	5	7	60	19	4.6	0.9	18	26	94	20MR
L-195	106	108	5	7	70	20	4.6	1	23	28	94	20MR
L-32	78	116	4	7	62	23	4.6	0.8	16	28	94	10R
L-67	10	130	4	7	89	25	4.4	1.3	22	30	104	20MR

Nota: ALTU = altura de planta (cm), MAC = número de macollos por planta, HOJA = número de hojas por planta, MAM = número de macollos por metro, FV = rendimiento de forraje verde (ton ha⁻¹), FS = rendimiento de forraje seco (ton ha⁻¹), GRAN = rendimiento de grano (ton ha⁻¹), INFL = longitud de inflorescencia (cm), P1000 = peso de mil semillas (g), DFL = días a floración, ROYA = reacción a la roya. Rendimiento de F. S. CV.13.09%

Cuadro.- 38A Comparación de medias de 3 genotipos de avena sometidos a 4 intensidades de irradiación considerando su rendimiento en forraje seco y su reacción a la roya (invierno 95 - 96).

No. de Tratamiento	Genotipo	Int. de irradiación (K rad)	Rend. F. S. (ton · ha ⁻¹)	Reacción a la roya
4	Coronado	0	8.18 a	40 S
5	Cuauhtémoc	10	7.68 ab	40 S
12	L-140	0	6.37 abc	40 S
8	Cuauhtémoc	0	5.92 abc	40 S
1	Coronado	10	5.81 abc	40 S
9	L-140	10	5.68 abc	40 S
10	L-140	20	5.58 bc	40 S
6	Cuauhtémoc	20	5.45 bc	30 MS
2	Coronado	20	5.24 bcd	30 S
7	Cuauhtémoc	30	4.09 cd	30 MS
3	Coronado	30	4.08 cd	30 MR
11	L-140	30	2.98 d	30 MR

La roya de la corona solo se presentó en el período previo a la floración C. V. = 17.03 %

Cuadro 39 A. - “ Comparación de medias de 3 genotipos de avena sometidos a cuatro intensidades de irradiación considerando su rendimiento en forraje seco y su reacción a la roya (verano 96)”.

No. de Tratamiento	Genotipo	Int. de Irradiación (K rad)	Rend. F.S. Ton. ha-1	Reacción a la roya
1	1	10	2.6 A	40 S
2	1	20	1.72 A	40 S
3	1	30	2.24 A	40 S
4	1	0	2.41 A	40 S
5	2	10	2.00 A	60 S
6	2	20	2.39 A	60 S
7	2	30	1.86 A	60 S
8	2	0	2.83 A	60 S
9	3	10	2.65 A	40 MR-R
10	3	20	1.91 A	40 MR-R
11	3	30	1.71 A	40 MR-R
12	3	0	1.79 A	40 MR-MS

CV. = 24.98 %

Cuadro 40A. Valores promedio de las variables agronómicas estudiadas en el experimento de mutaciones. Marín, N.L. Invierno 1996-1997.

TRAT.	GEN	RAD (K rad)	ALTURA PLANTA	MACOLLOS PLANTA	NUM HOJAS	REND. F.S.	LONG. INFL.	ROYA
1	CORONADO	10	113.8	5.00	6.0	5.61 abc	24.0	40 S
2	CORONADO	20	108.5	5.50	6.0	5.28 abc	19.5	40 MS-S
3	CORONADO	30	110.3	5.50	5.7	4.23 bc	21.5	40 MR
4	CORONADO	0	113.3	5.50	6.0	8.18 a	23.5	60 S
5	CUAUHTEMOC	10	114.5	5.50	6.0	7.25 ab	19.0	60 S
6	CUAUHTEMOC	20	108.0	5.25	6.0	5.81 abc	14.0	40 MS-S
7	CUAUHTEMOC	30	108.8	5.25	6.0	3.80 bc	15.2	40 MS-S
8	CUAUHTEMOC	0	115.5	5.00	6.0	5.53 abc	16.7	60 S
9	L-140	10	105.5	5.50	6.0	5.54 abc	23.2	60 S
10	L-140	20	106.0	5.50	6.0	5.70 abc	19.5	60 S
11	L-140	30	108.5	5.50	6.0	2.73 c	23.7	40 MR
12	L-140	0	109.3	5.50	6.0	6.68 ab	22.0	40 S

CV. = 10.70%

Cuadro 41A. Comparación de medias para la variable porcentaje de daño por roya y reacción de la planta al patógeno en cinco líneas resistentes a la roya de la hoja. Marín, N.L. Inv. 95-96

No. de Línea	% de daño ocasionado por Roya de la corona	Reacción a la Roya
183	20 a	R-MR
157	5 a	R
158	30 a	R-MR
220	20 a	R
206	20 a	R

* R= resistente; MR= moderadamente resistente. CV. = 14.28 %

Cuadro 42A. Nueva Nomenclatura de Códigos para Clasificar razas fisiológicas de *Puccinia coronata* Cda. F.sp. avenae propuesto por J. Chong *et al.*, 2000; propuesto a partir de variedades diferenciales.

Proposed *Pca* Code System of Nomenclature for *Puccinia coronata* f. sp. avenae
J. Chong, K. Leonard, and J. Salmeron

	<i>Pc</i> gene subset 1:	40	45	46	50
	<i>Pc</i> gene subset 2:	38	39	48	68
	<i>Pc</i> gene subset 3:	51	52	58	59
<i>Pca</i> code	<i>Pc</i> gene subset 4:	54	56	62	64
B	L	L	L	L	L
C	L	L	L	L	H
D	L	L	H	L	L
F	L	L	H	H	H
G	L	H	L	L	L
H	L	H	L	L	H
J	L	H	H	L	L
K	L	H	H	H	H
L	H	L	L	L	L
M	H	L	L	L	H
N	H	L	H	L	L
P	H	L	H	H	H
Q	H	H	L	L	L
R	H	H	L	H	H
S	H	H	H	L	L
T	H	H	H	H	H

For example:

race BBBB is avirulent to all 16 *Pc* gene lines
 race LQBB is virulent to *Pc46*, *Pc38*, and *Pc 39*
 race TTTT is virulent to all 16 *Pc* gene lines.

Continúa Cuadro 42 A

OAT CROWN RUST REACTION TYPES FOR RATING VIRULENCE/AVIRULENCE

- HR** - Highly resistant: little or no visible reaction to inoculation.
- R** - Resistant: Abundant flecks or necrotic spots, but no visible sporulation by the pathogen.
- MR** - Moderately resistant: Prominent chlorotic spots with sparse sporulation in many of the spots.
- MS** - Moderately susceptible: Small sporulating rust pustules, often with chlorotic areas around them.
- S** - Susceptible: medium to large pustules with abundant sporulation and little or no chlorosis. At very high infection intensity, the pustules will be relatively small even in susceptible reactions.
- X** - Mesothetic: mixture of large and small sporulating pustules and flecks with no sporulation. In a true mesothetic reaction, single pustule isolates from either large or small pustules continue to give a full range of flecks to large sporulating pustules in subsequent inoculations.
- X-** - Reduced infectivity: A few large sporulating pustules are produced in comparison with dense development of sporulating pustules on susceptible oat lines inoculated at the same time with the same inoculum. Single pustules isolates from the rare sporulating pustules continue to show very low infectivity on the resistant oat line relative to a susceptible check.
- Y** - Location specific: large sporulating pustules are formed at the tips of seedling leaves grading into flecks with no spores near the bases of the leaves. Often sporulation is limited to infections in the distal 1 or 2 cm of leaf.

Continúa Cuadro 42 A

NEW OAT CROWN RUST RACE NOMENCLATURE - proposed

Differential, by Pc gene

38	39	40	45	Code
46	48	50	51	
52	54	56	58	
59	62	64	68	
			S	B
		S		C
		S	S	D
	S			F
	S		S	G
	S	S		H
	S	S	S	J
S				K
S			S	L
S		S		M
S		S	S	N
S	S			P
S	S		S	Q
S	S	S		R
S	S	S	S	S
S	S	S		T

Cuadro 43A. Resultados originales de la razas fisiológicas de roya de la hoja en Avena sativa L. encontradas durante los muestreos de campo realizados durante 1995 y 1996.

No.	State	Co.	City	Date	Collector	Host	Variety	Source
1	MEX	SONORA		3-22	J. ROBERTS	GAMMAGRASS		
2	MEX	SONORA		3-22	J. ROBERTS	A. FATUA		
3	MEX	SONORA		3-22	J. ROBERTS	A. FATUA		
4	MEX	SONORA		3-22	J. ROBERTS	A. FATUA		
5	MEX	SONORA		3-22	J. ROBERTS	A. FATUA		
6	MEX	SONORA		3-22	J. ROBERTS	A. FATUA		
7	MEX	SONORA	ETCHOROPO	3-22	J. ROBERTS	A. FATUA		
8	MEX	SONORA	CHICKENTRAP NURS.	3-22	J. ROBERTS	A. FATUA		
9	MEX	SONORA	CIANO STATION	3-22	J. ROBERTS	A. FATUA		
16	MEX	PESQUERA	LA FLORENA	4-11	J. SALMERON	A. FATUA		
17	MEX	N.L.	MARIN	3-20	J. SALMERON	OAT		
18	MEX	N.L.	GRAH. TERAN	4-16	J. SALMERON	OAT	PAMPAS	
19	MEX	N.L.	GRAH. TERAN	4-16	J. SALMERON	OAT	CUAUHTEMOC	
20	MEX	N.L.	GRAH. TERAN	4-16	J. SALMERON	OAT	PAPIGOCHI	
21	MEX	N.L.	GRAH. TERAN	4-16	J. SALMERON	OAT	RARAMURI	
22	MEX	N.L.	GRAH. TERAN	4-16	J. SALMERON	OAT	CHIHUAHUA	
23	MEX	N.L.	GRAH. TERAN	4-16	J. SALMERON	OAT	CUSI	
24	MEX	N.L.	LAS ANACUAS	4-16	J. SALMERON	AVENA FATUA		
25	MEX	N.L.	GRAH. TERAN	4-16	J. SALMERON	OAT	TURAHUMARA	
26	MEX	N.L.	GRAH. TERAN	4-16	J. SALMERON	OAT	BABICORA	
27	MEX	N.L.	LA FLORENA	4-16	J. SALMERON	AVENA FATUA		
28	MEX	N.L.	LA FLORENA	4-16	J. SALMERON	AVENA FATUA		
29	MEX	N.L.	LAS ANACUAS, TERAN	4-16	J. SALMERON	AVENA FATUA		
30	MEX	N.L.	LAS ANACUAS, TERAN	4-16	J. SALMERON	AVENA FATUA		
31	MEX	N.L.	LAS ANACUAS, TERAN	4-16	J. SALMERON	AVENA FATUA		
32	MEX	N.L.	LAS ANACUAS, TERAN	4-16	J. SALMERON	AVENA FATUA		
33	MEX	N.L.	MARIA DE PESQUEIRA	4-16	J. SALMERON	AVENA FATUA		
34	MEX	N.L.	GRAH. TERAN	4-16	J. SALMERON	OAT	CORONADO	
35	MEX	N.L.	GRAH. TERAN	4-16	J. SALMERON	OAT	CORONADO	
36	MEX	N.L.	GRAH. TERAN	4-16	J. SALMERON	OAT	JUCHI TEPEC	
37	MEX	N.L.	LAS ANACUAS, GRAH.	4-16	J. SALMERON	AVENA FATUA		
38	MEX	N.L.	GRAH. TERAN	3-20	J. SALMERON	OAT	GUELA TAO	
39	MEX	N.L.	GRAH. TERAN	3-20	J. SALMERON	OAT	RURAMURI	
40	MEX	N.L.	GRAH. TERAN	3-20	J. SALMERON	OAT	CUSI	
41	MEX	N.L.	GRAH. TERAN	3-20	J. SALMERON	OAT	CUAUHTEMOC	
42	MEX	N.L.	GRAH. TERAN	3-20	J. SALMERON	OAT	PAPIGODHI	
43	MEX	N.L.	GRAH. TERAN	3-20	J. SALMERON	OAT	CORONADO	
44	MEX	N.L.	GRAH. TERAN	3-20	J. SALMERON	OAT	CUAUHTEMOC	
45	MEX	N.L.	GRAH. TERAN	3-20	J. SALMERON	OAT	BABICORA	
46	MEX	N.L.	GRAH. TERAN	3-20	J. SALMERON	OAT	PARAMO	
47	MEX	N.L.	GRAH. TERAN	3-20	J. SALMERON	OAT	CHIHUAHUA	
48	MEX	N.L.	EL CARRIZO, GRAH. TERAN	3-20	J. SALMERON	OAT		
49	MEX	N.L.	MARIN	3-20	J. SALMERON	OAT	CORONADO	
50	MEX	N.L.	GRAH. TERAN	3-20	J. SALMERON	OAT	PAMPAS	
51	MEX	N.L.	ANAHUAC	3-20	J. SALMERON	OAT		

Continúa Cuadro 43 A.

196 CR Data		96MEX002	96MEX003	96MEX004	96MEX005	96MEX006	96MEX007	96MEX008
ISOLATE	ISOLATE	JRNB	PFLM	THNL	JJDB	NKLM	NKCM	DKNM
CODE	CODE							
D504	Pc 14	MS	S	HR	R	S	S	MS
	Pc 35	MS	R	MS	MS	R	R	S
D515	Pc 36	MR	R	HR	MS	R	R	MS
	Pc 38	R	MS	MS	R	MS	MS	MR
	Pc 39	R	R	S	S	R	R	HR
	Pc 40	R	S	MS	S	S	MS	MS
	Pc 45	S	S	MS	R	HR	MR	HR
	Pc 46	S	R	R	R	R	R	R
	Pc 48	MS	HR	S	MS	MS	MS	MS
	Pc 50	HR	MS	HR	MS	S	S	S
X434	Pc 51	MS	MS	MS	R	S	S	MS
X421	Pc 52	MS	MS	MS	R	MS	R	MS
H441	Pc 53	HR						
	Pc 54	MR	R	R	R	R	R	R
	Pc 55	R	R	S	S	R	MS	HR
	Pc 56	MS	MR	S	MS	MR	MR	MS
D640	Pc 57	MS	R	MS	R	S	S	MS
TAM-O-301	Pc 58	R	R	R	R	R	MS	MR
TAM-O-312	Pc 59	HR	MS	MS	MR	MS	MS	MS
COKER 227	Pc 60	MS	S	MS	S	S	S	MS
COKER 234	Pc 61	MS	S	MS	R	S	S	MS
	Pc 62	R	R	R	R	R	R	R
	Pc 63	R	MS	MS	MR	HR	HR	HR
	Pc 64	R	R	R	MR	R	R	R
	Pc 67	MR	MR	MR	MS	MR	MR	R
	Pc 68	HR	S	HR	HR	S	S	MS
H547	Pc 70	R	R	S	S	R	R	R
Y345	Pc 71	R	R	MS	S	R	R	HR
	MARVELOUS	S	S	S	S	S	S	S
	H548	R	HR	R	R	R	R	HR
	Dane	S	MS	MS	R	R	R	HR
WI	X4361-9	R	R	R	HR	R	R	HR
	Mitchell		S	S	S	S	MS	MS
	TAM-O-386R	HR	MS	R	MS	R	R	HR
	TAM-O-393	HR						
IA	B605X sel	MS	MS	MR	HR	HR	MS	HR

Continúa Cuadro 43 A.

196 CR Data		96MEX009	96MEX016	96MEX017	96MEX018	96MEX019	96MEX020	96MEX021
	ISOLATE CODE	GKNL (50)	SCDB	DRNB	DRPL	DRNL	DHNL	DTNB
D504	Pc 14	R	S	S	S	S	S	S
	Pc 35	HR	R	S	S	MS	R	S
D515	Pc 36	R	MR	MS	S	S	S	S
	Pc 38	R	S	R	R	R	R	R
	Pc 39	S	S	HR	R	R	R	R
	Pc 40	MR	MS	S	S	MS	S	S
	Pc 45	HR	HR	HR	R	HR	HR	R
	Pc 46	R	HR	MS	MS	MS	MR	MS
	Pc 48	S	HR	S	S	MS	MS	S
	Pc 50	S	R	HR	HR	HR	HR	S
X434	Pc 51	MS	S	S	S	S	S	S
X421	Pc 52	MS	R	S	S	S	S	S
H441	Pc 53	HR	HR	HR	R	HR	HR	HR
	Pc 54	HR	R	R	R	R	R	R
	Pc 55	MS	S	HR	R	HR	R	R
	Pc 56	MS	MS	MS	S	S	S	S
D640	Pc 57	MS	HR	MS	S	MS	S	S
TAM-O-301	Pc 58	MR	HR	R	S	MR	MR	R
TAM-O-312	Pc 59	MS	HR	R	S	MS	MS	R
COKER 227	Pc 60	MS	R	MS	S	S	S	S
COKER 234	Pc 61	MS	S	MS	S	S	S	S
	Pc 62	HR	R	R	R	R	R	R
	Pc 63	HR	S	HR	R	HR	R	R
	Pc 64	R	R	R	R	R	R	R
	Pc 67	MR	R	MR	MR	MR	MR	R
	Pc 68	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR
H547	Pc 70	MS	MR	R	S	S	MS	S
Y345	Pc 71	R	MS	R	R	R	HR	R
	MARVELOUS	S	MS	S	S	S	S	S
	H548	R	R	R	R	R	R	R
	Dane	R	R	HR	HR	R	HR	HR
W	X4361-9	R	MR	R	R	R	R	R
	Mitchell	S		S	MS	S	S	S
	TAM-O-386R	HR		R	HR	R	HR	HR
	TAM-O-393	HR	HR	HR	R	HR	HR	HR
IA	B605X sel	HR	HR	HR	R	HR	HR	HR

Continúa Cuadro 43 A.

96 CR Data		96MEX022	96MEX023	96MEX024	96MEX025	96MEX026	96MEX027	96MEX029
ISOLATE	ISOLATE	DRNL	CBBB	JHLL	CBBB	NFBC	FJBG	JBBB
CODE	CODE							
D504	Pc 14	S	R	S	R	S	S	S
	Pc 35	S	R	R	R	R	R	MS
D515	Pc 36	S	R	R	R	R	R	R
	Pc 38	R	R	R	R	MS	MR	R
	Pc 39	R	R	S	R	R	R	S
	Pc 40	MS	R	S	R	MS	S	S
	Pc 45	R	S	R	MS	HR	MS	R
	Pc 46	MS	R	MR	R	R	MR	R
	Pc 48	S	R	MS	R	HR	MS	HR
	Pc 50	HR	R	HR	HR	S	S	HR
X434	Pc 51	S	R	MS	R	S	R	R
X421	Pc 52	S	R	MS	R	HR	R	R
H441	Pc 53	HR	R	HR	HR	HR	R	HR
	Pc 54	MR	R	R	R	HR	MR	HR
	Pc 55	R	R	S	R	R	R	MS
	Pc 56	S	R	MR	MR	R	MR	MR
D640	Pc 57	S	R	R	R	S	MS	R
TAM-O-301	Pc 58	R	HR	R	R	HR	HR	R
TAM-O-312	Pc 59	S	R	S	R	R	HR	R
COKER 227	Pc 60	S	R	MS	MR	S	MS	MR
COKER 234	Pc 61	S	R	R	R	S	S	R
	Pc 62	R	R	R	R	R	MS	MR
	Pc 63	HR	HR	HR	R	R	HR	R
	Pc 64	MR	R	R	R	MR	R	R
	Pc 67	R	MR	R	MS	MR	MR	MR
	Pc 68	HR	HR	HR	HR	S	HR	HR
H547	Pc 70	R	R	MS	R	R	S	MS
Y345	Pc 71	R	R	S	R	R	R	S
	MARVELOUS	S	S	S	S	S	S	S
	H548	R	R	R	R	HR	R	R
	Dane	HR	S	S	S	HR	HR	S
W	X4361-9	HR	MR	S	R	HR	HR	S
	Mitchell		R		R			MR
	TAM-O-386R	R	R	R	HR	HR	R	R
	TAM-O-393	HR	HR	HR	HR	HR	R	HR
IA	B605X sel	HR	MS	HR	MS	HR	HR	HR

Continúa Cuadro 43 A.

196 CR Data		96MEX030	96MEX031	96MEX032	96MEX033	96MEX034	96MEX035	96MEX036
ISOLATE	CODE	CBNB	DRNL	CNBB	JBDD	DPBB	DPDB	BBBB
D504	Pc 14	HR	S	HR	S	S	S	R
	Pc 35	R	S	HR	R	R	R	R
D515	Pc 36	R	S	R	S	MR	MS	R
	Pc 38	R	R	R	R	R	R	R
	Pc 39	R	R	HR	S	R	R	R
	Pc 40	R	S	R	S	S	S	R
	Pc 45	MS	R	MS	HR	HR	HR	MR
	Pc 46	R	S	MS	R	S	MS	R
	Pc 48	HR	S	HR	R	R	R	R
	Pc 50	HR	R	MS	R	S	S	HR
X434	Pc 51	R	S	R	R	S	S	R
X421	Pc 52	R	S	R	R	R	R	R
H441	Pc 53	HR						
	Pc 54	MS	R	HR	R	HR	R	R
	Pc 55	R	HR	R	S	R	R	R
	Pc 56	R	S	HR	S	MR	MS	R
D640	Pc 57	R	S	MS	HR	MS	S	R
TAM-O-301	Pc 58	HR	R	HR	R	HR	HR	R
TAM-O-312	Pc 59	HR	S	HR	HR	HR	HR	R
COKER 227	Pc 60	MR	S	R	S	MS	S	R
COKER 234	Pc 61	R	S	HR	R	S	S	R
	Pc 62	R	R	R	HR	R	R	R
	Pc 63	R	HR	HR	HR	HR	HR	R
	Pc 64	R	R	MR	S	HR	R	R
	Pc 67	MS	MS	R	S	MS	MR	MR
	Pc 68	HR						
H547	Pc 70	R	R	R	HR	R	MR	R
Y345	Pc 71	R	R	HR	S	R	R	R
	MARVELOUS	S	S	S	S	S	S	S
	H548	R	R	HR	R	R	R	R
	Dane	S	HR	S	R	R	R	S
WI	X4361-9	R	HR	R	R	HR	R	R
	Mitchell	R	S		S	S	S	R
	TAM-O-386R	R	R	HR	R	R	HR	HR
	TAM-O-393	HR						
IA	B605X sel	MR	HR	MR	HR	HR	HR	MS

Continúa Cuadro 43 A.

1996 CR Data		96MEX037	96MEX038	96MEX039	96MEX040	96MEX041	96MEX042	96MEX044
ISOLATE	CODE	DBGB	FHSL (59)	DRLL	DRNL	KLBJ	DMDB	CBBB
D504	Pc 14	HR	S	S	S	S	S	HR
	Pc 35	HR	S	S	S	R	R	R
D515	Pc 36	R	MS	S	S	R	S	R
	Pc 38	R	R	R	R	R	R	HR
	Pc 39	R	R	R	R	S	R	HR
	Pc 40	S	MS	S	S	S	S	R
	Pc 45	MR	S	HR	HR	S	HR	S
	Pc 46	R	MR	MS	MS	S	S	HR
	Pc 48	HR	S	S	MS	R	R	R
	Pc 50	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR
X434	Pc 51	R	MS	S	S	HR	S	R
X421	Pc 52	HR	MS	S	S	HR	R	R
H441	Pc 53	HR	HR	HR	HR	R	HR	HR
	Pc 54	MS	MS	R	R	MR	R	MR
	Pc 55	R	MR	HR	R	R	R	R
	Pc 56	R	MS	MR	S	R	S	R
D640	Pc 57	MS	MS	MS	S	MS	R	R
TAM-O-301	Pc 58	HR	R	R	R	R	R	R
TAM-O-312	Pc 59	HR	MS	MS	S	HR	HR	R
COKER 227	Pc 60	R	MS	MS	S	MR	MR	R
COKER 234	Pc 61	R	MR	S	S	R	R	R
	Pc 62	R	R	R	MR	MS	R	R
	Pc 63	HR	HR	HR	R	HR	HR	HR
	Pc 64	MR	MR	R	R	S	R	MR
	Pc 67	R	R	MS	MS	MR	MS	MS
	Pc 68	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR
H547	Pc 70	R	MS	MS	S	S	R	R
Y345	Pc 71	R	MR	R	HR	S	R	R
	MARVELOUS	S	S	S	S	S	S	S
	H548	R	R	R	HR	MS	R	R
	Dane	MS	S	HR	R	HR	S	S
WI	X4361-9	R	HR	R	R	HR	S	R
	Mitchell			MS	S		R	MS
	TAM-O-386R	HR	R	R	R	R	HR	R
	TAM-O-393	HR	HR	HR	HR	MS	HR	HR
IA	B605X sel	MS	S	MR	HR	MS	HR	HR

Continúa Cuadro 43 A.

96 CR Data		96MEX045	96MEX046	96MEX047	96MEX048	96MEX049	96MEX050	96MEX051
ISOLATE	DPDB	CBGB	DNDB	KQGL (59)	NFBC	TJHL	CLGB	
CODE								
D504	Pc 14	S	R	S	HR	S	MS	S
	Pc 35	R	R	R	MR	R	R	MS
D515	Pc 36	MR	R	S	R	MR	R	R
	Pc 38	R	R	R	R	S	MS	R
	Pc 39	R	R	R	S	R	MS	R
	Pc 40	S	R	S	S	MS	S	R
	Pc 45	HR	S	HR	S	HR	S	S
	Pc 46	S	R	MS	S	R	MR	S
	Pc 48	HR	R	HR	S	HR	MS	HR
	Pc 50	S	R	MS	HR	S	MS	R
X434	Pc 51	S	HR	R	HR	S	R	R
X421	Pc 52	HR	HR	HR	HR	R	MR	R
H441	Pc 53	HR	R	HR	S	HR	MR	R
	Pc 54	R	S	R	S	R	MS	S
	Pc 55	R	R	R	S	R	MR	R
	Pc 56	S	R	S	R	MR	R	R
D640	Pc 57	S	R	R	R	S	MS	S
TAM-O-301	Pc 58	R	HR	HR	R	HR	MS	R
TAM-O-312	Pc 59	HR	HR	R	R	HR	MS	R
COKER 227	Pc 60	S	R	MR	S	S	MR	R
COKER 234	Pc 61	S	R	R	HR	S	R	R
	Pc 62	R	R	R	R	MR	R	R
	Pc 63	R	R	R	HR	R	R	R
	Pc 64	R	R	R	R	MR	MR	R
	Pc 67	R	R	R	S	MR	R	MR
	Pc 68	HR	HR	HR	HR	MS	HR	HR
H547	Pc 70	R	R	MR	S	R	MS	R
Y345	Pc 71	R	HR	MS	S	R	MS	R
	MARVELOUS	S	S	S	S	S	S	S
	H548	R	R	R	R	R	R	R
	Dane	R	S	R	HR	R	MR	R
WI	X4361-9	R	HR	R	R	R	MS	HR
	Mitchell				MS	S		MR
	TAM-O-386R	MS	HR	R	R	HR	R	HR
	TAM-O-393	HR	HR	HR	R	HR	MR	MR
IA	B605X sel	HR	MS	HR	MS	HR	S	MS

Cuadro 44 A. Resultados originales de las razas fisiológicas de roya de la hoja en Avena sativa L. encontradas durante los muestreos de Campo realizados durante 1997.

No.	State	County	City	Date	Collector	Host	Variety	Source
5	MEX	Chihuahua	St Ana	10-Jan	J. Salmoron	Oat	Chihuahua	
6	MEX	Chihuahua	St Ana	10-Jan	J. Salmoron	Oat	Chihuahua	
7	MEX	Chihuahua	Pedemales	10-Jan	J. Salmoron	Oat	Chihuahua	
8	MEX	Chihuahua	Campo 1A	10-Jan	J. Salmoron	Oat	Cuauhtemoc	
9	MEX	Chihuahua	St Ana	10-Jan	J. Salmoron	Oat	Cuauhtemoc	
10	MEX	Chihuahua	Campo 3J	10-Jan	J. Salmoron	Oat	Cuauhtemoc	
11	MEX	Chihuahua	Campo 31	3-Oct	J. Salmoron	Oat	Paramo	
12	MEX	Chihuahua	Campo 31	3-Oct	J. Salmoron	Oat	Paramo	
13	MEX	Chihuahua	Campo 31	3-Oct	J. Salmoron	Oat	Cuauhtemoc	
14	MEX	Chihuahua	Campo 74	3-Oct	J. Salmoron	Oat	Cuauhtemoc	
15	MEX	Chihuahua	Campo 38	3-Oct	J. Salmoron	Oat	Cuauhtemoc	
16	MEX	Chihuahua	Campo 26	1-Oct	J. Salmoron	Oat	Paramo	
17	MEX	Chihuahua	Km25 Rubio	7-Oct	J. Salmoron	Oat	Cuauhtemoc	
18	MEX	Chihuahua	Km25 Rubio	7-Oct	J. Salmoron	Oat	Cuauhtemoc	
19	MEX	Chihuahua	Km19 Rubio	7-Oct	J. Salmoron	Oat	Cuauhtemoc	
20	MEX	Chihuahua	Campo 117	6-Oct	J. Salmoron	Oat	Cuauhtemoc	
21	MEX	Chihuahua	Campo 109	6-Oct	J. Salmoron	Oat	Cuauhtemoc	
22	MEX	Chihuahua	Campo 115	6-Oct	J. Salmoron	Oat	Cuauhtemoc	
23	MEX	Chihuahua	Campo 115	6-Oct	J. Salmoron	Oat	Cuauhtemoc	
24	MEX	Chihuahua	Campo 115	6-Oct	J. Salmoron	Oat	Chihuahua	
25	MEX	Chihuahua	Campo 115	6-Oct	J. Salmoron	Oat	Texas	
26	MEX	Chihuahua	Campo 115	6-Oct	J. Salmoron	Oat	Cuauhtemoc	
27	MEX	Chihuahua	Campo 109	6-Oct	J. Salmoron	Oat	Paramo	
28	MEX	Chihuahua	Campo 77	10-Jun	J. Salmoron	Oat	Babicor	
29	MEX	Chihuahua	St. Tomas	11-Oct	J. Salmoron	Oat	Cuauhtemoc	
	MEX	Chihuahua	Rubio	11-Oct	J. Salmoron	Oat	Paramo	
	MEX	Jalisco	Josefino	15-Nov	J. Salmoron	Oat		
32	MEX	Jalisco	Josefino	15-Nov	J. Salmoron	Oat	Cuauhtemoc	
33	MEX	Jalisco	Tepopote	14-Nov	J. Salmoron	Oat		Plot 97
34	MEX	Jalisco	Tepopote	14-Nov	J. Salmoron	Oat		Plot 93
	MEX	Jalisco	Tepopote	14-Nov	J. Salmoron	Oat		Plot 87
	MEX	Jalisco	Tepopote	14-Nov	J. Salmoron	Oat		Plot 91
37	MEX	Jalisco	Tepopote	14-Nov	J. Salmoron	Oat	PPR-1053	
38	MEX	Chihuahua	km35 Rubio	7-Oct	J. Salmoron	Oat	Cuauhtemoc	
39	MEX	Chihuahua	Km30 Rubio	7-Oct	J. Salmoron	Oat	Paramo	
40	MEX	Jalisco	Josefino	15-Nov	J. Salmoron	Oat		
41	MEX	Jalisco	Josefino	15-Nov	J. Salmoron	Oat	Cuauhtemoc	
42	MEX	Jalisco	Josefino	15-Nov	J. Salmoron	Oat	Cuauhtemoc	
43	MEX	Chihuahua	CESICH	22-Nov	J. Salmoron	Oat	Chihuahua	
44	MEX	Chihuahua	CESICH	22-Nov	J. Salmoron	Oat	Papigochi	
45	MEX	Chihuahua	CESICH	22-Nov	J. Salmoron	Oat	Cuauhtemoc	
46	MEX	Chihuahua	CESICH	22-Nov	J. Salmoron	Oat	Babicora	
47	MEX	Chihuahua	Km35 Rubio	7-Oct	J. Salmoron	Oat	Paramo	
48	MEX	Chihuahua	CESICH	24-Nov	J. Salmoron	Oat	Paramo	
151	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Sel-12	Nursery
152	MEX	Neuvo Leon	LaFlorena	23-Apr	J. Salmoron	Oat	A. fatua	Nursery
153	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat	MN-61	Nursery
154	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat	MN-76	Nursery
155	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat		Nursery
156	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat	MN-67	Nursery
157	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat	MN-94	Nursery
158	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat	L-170	Nursery
159	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat	MN-18	Nursery
160	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat		Nursery
161	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Tarahumara	Nursery

Continúa Cuadro 44 A. (307)

No.	State	County	City	Date	Collector	Host	Variety	Source
162	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Paramo	Nursery
163	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Guelatao	Nursery
164	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Cuauhtemoc	Nursery
165	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Cusi	Nursery
166	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Raramuri	Nursery
167	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Babicora	Nursery
168	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat	L-135	Nursery
169	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Furgon	Nursery
170	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat	L-17	Nursery
171	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Papigoche	Nursery
172	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat	TAMO	Nursery
173	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat	MN-82	Nursery
174	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat	L-225	Nursery
238	MEX	Neuvo Leon	G. Teran.	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Line-13	Nursery
239	MEX	Neuvo Leon	G. Teran.	23-Apr	J. Salmoron	Oat	TAM-O-386	Nursery
240	MEX	Neuvo Leon	G. Teran.	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Tarahumara	Nursery
241	MEX	Neuvo Leon	G. Teran.	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Cusi	Nursery
242	MEX	Neuvo Leon	G. Teran.	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Coker	Nursery
243	MEX	Neuvo Leon	G. Teran.	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Cuauhtemoc	Nursery
244	MEX	Neuvo Leon	G. Teran.	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Pampas	Nursery
245	MEX	Neuvo Leon	G. Teran.	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Juchitepec	Nursery
246	MEX	Neuvo Leon	G. Teran.	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Furgon	Nursery
247	MEX	Neuvo Leon	G. Teran.	23-Apr	J. Salmoron	Oat	L-225	Nursery
248	MEX	Neuvo Leon	G. Teran.	23-Apr	J. Salmoron	Oat	L-170	Nursery
249	MEX	Neuvo Leon	G. Teran.	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Babicora	Nursery
250	MEX	Neuvo Leon	G. Teran.	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Raramuri	Nursery
251	MEX	Neuvo Leon	G. Teran.	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Coronado	Nursery
252	MEX	Neuvo Leon	G. Teran.	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Chihuahua	Nursery
253	MEX	Neuvo Leon	G. Teran.	23-Apr	J. Salmoron	Oat	L-164	Nursery
254	MEX	Neuvo Leon	G. Teran.	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Guelatao	Nursery
255	MEX	Neuvo Leon	G. Teran.	23-Apr	J. Salmoron	Oat		Nursery
256	MEX	Neuvo Leon	G. Teran.	23-Apr	J. Salmoron	Oat	L-135	Nursery
257	MEX	Neuvo Leon	G. Teran.	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Paramo	Nursery
258	MEX	Neuvo Leon	G. Teran.	23-Apr	J. Salmoron	Oat	L-177	Nursery
259	MEX	Neuvo Leon	G. Teran.	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Papigochi	Nursery
260	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Coker	Nursery
261	MEX	Neuvo Leon	Marin	23-Apr	J. Salmoron	Oat	Coronado	Nursery

Continúa Cuadro 44 A.(308)

CH DATA		0151	0152	0153	0154	0155	0156	0157
	ISOLATE -	97MEX151	97MEX152	97MEX153	97MEX154	97MEX155	97MEX156	97MEX157
Set 1	38,39,48,68	Q	Q	Q	B	B	Q	B
Set 2	40,45,46,50	U	L	L	M	J	L	B
Set 3	51,52,58,59	F	B	C	M	B	F	N
Set 4	54,56,62,64	L	B	B	B	L	B	B
D504	Pc 14	S	S	S	S	MS	S	S
	Pc 35	R	MR	R	S	R	R	S
D515	Pc 36	S	MR	MS	MS	R	R	R
	Pc 38	MS	MS	S	MR	R	S	R
	Pc 39	S	MS	S	MR	R	S	R
	Pc 40	MR	MS	S	MS	R	S	R
	Pc 45	R	MR	R	R	S	R	HR
	Pc 46	R	R	R	MR	S	R	R
	Pc 48	R	R	R	MR	R	R	R
	Pc 50	R	R	R	MS	R	R	R
X434	Pc 51	MR	R	R	S	R	R	S
X421	Pc 52	R	R	R	R	R	R	R
H441	Pc 53	R	R	R	R	HR	HR	R
	Pc 54	S	R	R	R	MS	R	R
	Pc 55	S	MS	S	MR	R	S	R
	Pc 56	R	MR	R	MR	R	R	R
D640	Pc 57	R	R	R	MS	R	R	MS
TAM-O-301	Pc 58	S	R	R	MR	R	S	MS
TAM-O-312	Pc 59	MS	MR	S	MS	R	S	R
COKER 227	Pc 60	MR	MR	S	MS	MS	R	R
COKER 234	Pc 61	R	MS	S	R	R	S	R
	Pc 62	R	R	R	R	R	R	R
	Pc 63	S	R	S	R	R	S	R
	Pc 64	R	R	R	R	R	HR	R
	Pc 67	S	MR	S	MR	S	S	S
	Pc 68	R	HR	R	R	HR	HR	HR
H547	Pc 70	S	MR	S	MR	R	R	R
Y345	Pc 71	MR	MS	S	MR	R	S	R
	MARVELOUS	S	S	S	S	S	S	S
	H548	S	R	R	R	R	R	R
	Dane	S	MS	MS	MR	S	MR	R
WI	X4361-9	MR	MR	S	R	R	MS	R
	TAM-O-386R	R	MR	MR	MS	R	B	R
	TAM-O-393	R	HR	HR	HR	R	HR	R
IA	B604Xsel	S	R	R	R	S	R	HR
	AMAG/STA	R		R	R	HR	R	HR
	AMAG/OGL	R	R	R	R	HR	R	HR
	STA-1	S	S	S	S	S	S	S
	OGLE-1	S	S	S	S	S	S	S
	AMAG-1	MS	R	R	R	HR	R	HR
	TAM-O-397	R	HR	HR	R	HR	HR	R

Continúa Cuadro 44 A. (309)

JR DATA		0158	0159	0160	0161	0162	0163	0164
	ISOLATE -	97MEX158	97MEX159	97MEX160	97MEX161	97MEX162	97MEX163	97MEX164
Set 1	38,39,48,68	B	J	Q	B	B	B	Q
Set 2	40,45,46,50	D	J	Q	J	Q	L	L
Set 3	51,52,58,59	B	P	C	C	C	B	M
Set 4	54,56,62,64	L	L	Q	L	Q	Q	G
D504	Pc 14	MS	S	MS	MS	MS	R	S
	Pc 35	R	R	MR	R	MR	R	R
D515	Pc 36	R	MR	S	R	MR	R	S
	Pc 38	R	MR	MS	R	MR	R	MS
	Pc 39	R	S	MS	MR	MR	R	S
	Pc 40	MR	R	S	R	S	MS	MS
	Pc 45	S	S	S	S	S	R	R
	Pc 46	MR	S	R	MS	R	R	R
	Pc 48	R	MS	R	R	R	HR	R
	Pc 50	R	R	R	R	R	R	R
X434	Pc 51	R	S	R	R	R	R	S
X421	Pc 52	R	R	R	R	R	R	R
H441	Pc 53	R	R	R	R	R	HR	R
	Pc 54	MS	S	S	MS	MS	MS	R
	Pc 55	R	S	MS	R	R	R	S
	Pc 56	R	HR	MS	MR	MS	MS	S
D640	Pc 57	R	R	MR	R	R	R	R
TAM-O-301	Pc 58	R	MS	R	R	R	R	R
TAM-O-312	Pc 59	R	MS	MS	S	S	R	S
COCKER 227	Pc 60	MS	MR	MR	MS	MS	S	R
ER 234	Pc 61	R	R	R	R	R	HR	R
	Pc 62	R	R	R	R	R	HR	R
	Pc 63	R	S	MR	R	R	HR	R
	Pc 64	R	R	R	R	R	HR	R
	Pc 67	S	S	MS	S	S	MS	S
	Pc 68	HR	R	HR	HR	HR	R	HR
H547	Pc 70	R	S	R	R	MR	MS	MS
Y345	Pc 71	R	S	R	R	MR	MR	S
	MARVELOUS	S	S	S	S	S	S	S
	H548	R	R	R	R	R	S	R
	Dane	S	S	R	S	S	S	S
WI	X4361-9	R	MR	MR	S	S	S	S
	TAM-O-386R	R	MR	R	R	R	R	R
	TAM-O-393	R	R	HR	R	HR	MS	HR
IA	B604Xsel	S	S	HR	S	S	MS	R
	AMAG/STA	R	R	R	HR	R	R	R
	AMAG/OGL	R	HR	HR	R	R	R	R
	STA-1	S	S	S	S	S	S	S
	OGLE-1	S	S	S	S	S	S	S
	AMAG-1	HR	HR	HR	R	HR	MS	HR
	TAM-O-397	HR	R	HR	HR	HR	MR	HR

Continúa Cuadro 44 A. (310)

CR DATA		0165	0166	0167	0168	0169	0170	0171
	ISOLATE -	97MEX165	97MEX166	97MEX167	97MEX168	97MEX169	97MEX170	97MEX171
Set 1	38,39,48,68	B	B	B	L	Q	Q	B
Set 2	40,45,46,50	L	P	D	M	L	M	H
Set 3	51,52,58,59	C	L	B	L	M	L	C
Set 4	54,56,62,64	L	Q	L	B	L	G	L
D504	Pc 14	S	S	MS	S	S	S	S
	Pc 35	MS	MR	R	R	MS	R	R
D515	Pc 36	MR	MS	R	R	MS	MS	R
	Pc 38	MR	MR	R	MS	MS	MS	R
	Pc 39	R	R	R	R	S	S	R
	Pc 40	MS	S	R	S	S	S	MR
	Pc 45	MR	R	S	R	HR	R	S
	Pc 46	R	S	R	R	R	R	R
	Pc 48	MR	R	R	R	R	R	R
	Pc 50	R	S	R	S	R	S	S
X434	Pc 51	MR	S	R	R	S	S	R
X421	Pc 52	MR	R	R	R	R	R	R
H441	Pc 53	HR	HR	HR	R	HR	R	HR
	Pc 54	MS	MS	MS	R	MS	MR	MS
	Pc 55	R	R	R	R	MS	MS	MS
	Pc 56	MR	S	MR	MR	MR	MS	MR
D640	Pc 57	MR	S	R	R	S	R	MR
TAM-O-301	Pc 58	MR	R	R	R	MR	R	MR
TAM-O-312	Pc 59	S	R	R	R	MS	R	MS
COKER 227	Pc 60	MS	S	R	S	MS	S	MS
COKER 234	Pc 61	MR	S	R	S	R	S	R
	Pc 62	R	R	R	R	HR	R	R
	Pc 63	R	R	R	R	R	R	R
	Pc 64	R	R	R	R	R	R	R
	Pc 67	MR	S	S	S	S	S	MR
	Pc 68	HR	R	HR	S	R	R	HR
H547	Pc 70	R	MS	R	R	S	MR	R
Y345	Pc 71	R	R	R	R	S	MR	R
	MARVELOUS	S	S	S	MS	S	S	S
	H548	R	R	R	R	R	R	R
	Dane	MR	R	S	R	R	R	S
WI	X4361-9	MR	R	R	R	MR	R	R
	TAM-O-386R	R	R	R	R	S	MR	R
	TAM-O-393	R	R	HR	HR	HR	HR	HR
IA	B604Xsel	R	R	S	HR	HR	HR	MS
	AMAG/STA	R	R	HR	HR	HR	R	R
	AMAG/UGL	R	R	HR	HR	HR	R	R
	STA-1	S	S	S	S	S	S	S
	OGLE-1	S	S	S	S	S	S	S
	AMAG-1	R	HR	HR	HR	HR	R	R
	TAM-O-397	R	HR	HR	HR	HR	R	R

Continúa Cuadro 44 A. (311)

CR DATA		0172	0173	0174	0239	0240	0241	0242
	ISOLATE -	97MEX172	97MEX173	97MEX174	97MEX239	97MEX240	97MEX241	97MEX242
Set 1	38,39,48,68	Q	Q	B	Q	L	B	B
Set 2	40,45,46,50	L	M	M	L	C	B	L
Set 3	51,52,58,59	M	B	L	L	M	B	B
Set 4	54,56,62,64	L	B	G	L	G	G	G
D504	Pc 14	S	S	S	S	S	S	S
	Pc 35	MR	R	R	MS	MS	R	R
D515	Pc 36	MS	MR	S	R	S	S	S
	Pc 38	S	S	R	S	MS	R	R
	Pc 39	S	S	HR	S	R	R	R
	Pc 40	S	MS	S	S	MR	R	S
	Pc 45	R	R	HR	R	HR	R	HR
	Pc 46	R	R	MR	R	R	R	R
	Pc 48	R	R	R	R	HR	HR	HR
	Pc 50	R	S	S	HR	MS	HR	HR
X434	Pc 51	MS	R	S	MS	S	R	HR
X421	Pc 52	R	R	R	R	HR	R	HR
H441	Pc 53	R	R	HR	HR	HR	HR	HR
	Pc 54	S	R	R	MS	R	R	R
	Pc 55	S	S	R	S	R	R	R
	Pc 56	MR	R	MS	R	S	S	S
D640	Pc 57	R	R	R	MR	MR	R	S
TAM-O-301	Pc 58	R	R	R	R	R	HR	HR
TAM-O-312	Pc 59	MS	R	R	R	MS	HR	R
COCKER 227	Pc 60	S	S	S	MS	MR	MR	MS
COCKER 234	Pc 61	S	S	S	MR	MR	MR	MR
	Pc 62	R	R	R	R	R	R	R
	Pc 63	R	S	MS	S	S	HR	HR
	Pc 64	R	R	R	R	MR	R	R
	Pc 67	S	S	MS	R	MR	MR	MR
	Pc 68	R	HR	HR	HR	HR	HR	HR
H547	Pc 70	S		R	R	MS	R	R
Y345	Pc 71	S	S	R	S	MS	R	R
	MARVELOUS	S	S	S	S	S	S	S
	H548	MS	R	R	MS	R	HR	HR
	Dane	MR	MR	R	R	MS	HR	R
WI	X4361-9	MS	MS	R	R	MS	R	R
	TAM-O-386R	R	R	R	R	MS	HR	HR
	TAM-O-393	HR						
IA	B604Xsel	HR	R	HR	HR	HR	R	HR
	AMAG/STA	R	R	R	HR	MS	HR	HR
	AMAG/UGL	R	R	R	HR	MS	R	HR
	STA-1	S	S	S	S	S	S	S
	OGLE-1	S	S	S	S	S	S	S
	AMAG-1	HR	HR	HR	HR	MS	HR	HR
	TAM-O-397	R	HR	HR				

Continúa Cuadro 44 A. (312)

DR DATA		0243	0244	0245	0246	0247	0248	0249
	ISOLATE -	97MEX243	97MEX244	97MEX245	97MEX246	97MEX247	97MEX248	97MEX249
Set 1	38,39,48,68	B	B	B	B	B	Q	B
Set 2	40,45,46,50	G	D	J	P	L	L	D
Set 3	51,52,58,59	M	C	C	L	?	B	M
Set 4	54,56,62,64	B	G	B	B	?	D	G
D504	Pc 14	S	S	R	S	S	S	S
	Pc 35	R	R	R	R	R	R	R
D515	Pc 36	R	S	R	R	S	R	R
	Pc 38	R	R	MR	R	R	S	R
	Pc 39	R	R	R	R	R	S	R
	Pc 40	R	MR	R	S	S	S	R
	Pc 45	S	HR	S	HR	HR	HR	R
	Pc 46	R	MS	S	S	MR	MR	S
	Pc 48	R	R	R	HR	HR	HR	R
	Pc 50	HR	HR	HR	S	HR	HR	R
X434	Pc 51	MS	HR	R	S	R	HR	MS
X421	Pc 52	HR	R	HR	R	R	HR	HR
H441	Pc 53	HR	HR	HR	R	HR	HR	HR
	Pc 54	R	R	MR	R	R	R	R
	Pc 55	R	R	R	R	R	S	R
	Pc 56	R	S	R	MR		R	S
D640	Pc 57	R	MR	S	S	R	R	S
TAM-O-301	Pc 58	HR	HR	HR	R	R	HR	R
TAM-O-312	Pc 59	S	MS	MS	R		HR	S
COKER 227	Pc 60	MS	MS	R	MS	R	MR	MS
ER 234	Pc 61	MR	MR	R	S	R	R	MS
	Pc 62	R	R	R	R	R	MS	R
	Pc 63	R	HR	HR	HR	MR	MR	R
	Pc 64	MR	R	R	MR	MR	MR	R
	Pc 67	R	MR	R	MR	HR	MR	MS
	Pc 68	HR	HR	HR	HR	R	HR	HR
H547	Pc 70	R	R	R	R	R	R	R
Y345	Pc 71	MS	R	R	R		S	R
	MARVELOUS	S	S	S	S	S	S	S
	H548	R	R	R	HR	HR	R	R
	Dane	S	S	S	R	S	R	S
W	X4361-9	S	S	S	R	S	R	S
	TAM-O-386R	MS	HR	HR	HR	R	R	HR
	TAM-O-393	HR						
IA	B604Xsel	MS	HR	MR	HR	HR	HR	HR
	AMAG/STA	R	HR	HR	HR	HR	HR	R
	AMAG/UGL	HR	HR	HR	R	HR	HR	R
	STA-1	S	S	S	S	S	S	S
	OGLE-1	S	S	S	S	S	S	S
	AMAG-1	HR	HR	HR	HR	HR	HR	R
	TAM-O-397			HR				

Continúa Cuadro 44 A. (313)

CR DATA		0250	0251	0252	0253	0254	0255	0256
ISOLATE -		97MEX250	97MEX251	97MEX252	97MEX253	97MEX254	97MEX255	97MEX256
Set 1	38,39,48,68	B	G	B	Q	B	B	B
Set 2	40,45,46,50	L	L	G	L	N	G	L
Set 3	51,52,58,59	L	L	C	L	N	B	L
Set 4	54,56,62,64	G	G	L	B	G	B	G
D504	Pc 14	S	S	HR	MS	S	HR	S
	Pc 35	HR	R	HR	R	S	R	R
D515	Pc 36	S	S	R	R	S	R	S
	Pc 38	R	R	R	MS	HR	R	R
	Pc 39	R	S	R	S	R	R	R
	Pc 40	S	S	R	S	S	R	S
	Pc 45	HR	HR	S	R	HR	MS	HR
	Pc 46	R	R	R	MR	MS	R	R
	Pc 48	HR	HR	R	R	R	HR	HR
	Pc 50	HR						
X434	Pc 51	S	MS	R	S	S	R	S
X421	Pc 52	R	HR	HR	R	R	HR	HR
H441	Pc 53	HR						
	Pc 54	R	R	MS	MR	R	MR	R
	Pc 55	R	S	R	MS	R	R	R
	Pc 56	S	S	R	MR	S	R	S
D640	Pc 57	R	R	R	R	S	R	R
TAM-O-301	Pc 58	HR	R	R	HR	MS	HR	R
TAM-O-312	Pc 59	R	R	MS	HR	R	MR	R
COCKER 227	Pc 60	MS	MS	MR	MR	MR	R	MS
COCKER 234	Pc 61	MS	MS	R	R	MS	R	MS
	Pc 62	R	R	R	R	R	MR	HR
	Pc 63	HR	HR	HR	R	HR	HR	HR
	Pc 64	R	MR	R	R	R	R	R
	Pc 67	MR	R	R	MR	R	R	R
	Pc 68	HR						
H547	Pc 70	R	HR	R	R	R	R	R
Y345	Pc 71	R	S	R	S	R	R	R
	MARVELOUS	S	S	S	S	S	S	S
	H548	R	R	R	MS	R	R	R
	Dane	R	HR	S	MR	R	S	S
WI	X4361-9	MS	R	S	R	R	MR	S
	TAM-O-386R	HR	R	HR	HR	R	HR	HR
	TAM-O-393	HR						
IA	B604Xsel	HR	HR	R	R	HR	R	R
	AMAG/STA	R		HR		R	HR	
	AMAG/OGLE	R		HR		R	R	
	STA-1	S		S		S	S	
	OGLE-1	S		S		S	MS	
	AMAG-1	HR		HR		R	HR	
	TAM-O-397			HR		HR	HR	

Continúa Cuadro 44 A. (314)

CR DATA	ISOLATE -	0257 97MEX257	0260 97MEX260
Set 1	38,39,48,68	B	G
Set 2	40,45,46,50	G	N
Set 3	51,52,58,59	C	L
Set 4	54,56,62,64	C	G
D504	Pc 14	R	S
	Pc 35	R	R
D515	Pc 36	R	S
	Pc 38	R	R
	Pc 39	R	S
	Pc 40	R	S
	Pc 45	MS	HR
	Pc 46	R	S
	Pc 48	HR	HR
	Pc 50	HR	HR
X434	Pc 51	HR	S
X421	Pc 52	HR	R
H441	Pc 53	HR	HR
	Pc 54	R	R
	Pc 55	R	S
	Pc 56	R	S
D640	Pc 57	R	S
TAM-O-301	Pc 58	HR	HR
TAM-O-312	Pc 59		R
COKER 227	Pc 60	MR	S
ER 234	Pc 61	R	S
	Pc 62	R	R
	Pc 63	R	R
	Pc 64	MS	R
	Pc 67	R	R
	Pc 68	HR	HR
H547	Pc 70	R	R
Y345	Pc 71	R	S
	MARVELOUS	S	S
	H548	R	R
	Dane	R	R
WI	X4361-9	R	R
	TAM-O-386R	HR	R
	TAM-O-393	HR	HR
IA	B604Xsel	HR	HR
	AMAG/STA		
	AMAG/OGL		
	STA-1		
	OGLE-1		
	AMAG-1		
	TAM-O-397		

Cuadro 45A. Resultados de Comparación de Medias del Experimento de dos variedades de avena bajo el efecto de seis medios, separando los resultados por efectos principales (A = medios de cultivo, B = variedades e Interacción). Para la variable: % de Formación de Callo.

Variable****	Comparación de Medias Efecto A**			Comparación de Medias Efecto B***		
	Nivel	Cantidad		Nivel	Cantidad	
% de Formación de Callo	1	1.84	D	1	8.60	A
	2	11.06	ABC	2	7.99	A
	3	12.90	AB			
	4	3.68	CD			
	5	5.53	BCD			
	6	14.75	A			

** Seis niveles de Factor A (medios de cultivo) = $MC_1 = 0.1 \text{ mg. L}^{-1}$ de 2,4- D+ 0.1 mg. L^{-1} de (ANA) Acido Naftalenoacético; $MC_2 = 0.2 \text{ mg. L}^{-1}$ de 2,4- D+ 0.1 mg. L^{-1} de (ANA) Acido Naftalenoacético; $MC_3 = 0.4 \text{ mg. L}^{-1}$ de 2,4- D+ 0.1 mg. L^{-1} de (ANA) Acido Naftalenoacético; $MC_4 = 0.1 \text{ mg. L}^{-1}$ de 2,4- D + 0.2 mg. L^{-1} de (ANA) Acido Naftalenoacético; $MC_5 = 0.2 \text{ mg. L}^{-1}$ de 2,4- D+ 0.2 mg. L^{-1} de (ANA) Acido Naftalenoacético; $MC_6 = 0.4 \text{ mg. L}^{-1}$ de 2,4- D + 0.2 mg. L^{-1} de (ANA) Acido Naftalenoacético.

*** Dos niveles de Factor B (variedades) = 1= Cuauhtémoc y 2 = Coronado

****Valores transformados $\sqrt{\text{Porcentaje Arco Seno}}$

Cuadro 46 A. Resultados de Comparación de Medias del Experimento de desinfección de dos tipos de explante de dos variedades de avena bajo el efecto de tres concentraciones de hipoclorito de sodio y tres tiempos de inmersión, separando los resultados por efectos principales (A = variedades, B = medios de cultivo e Interacciones). Para las variables: % de sobrevivencia, % de Contaminación y % de Oxidación (Solo se consideran los efectos que fueron significativos estadísticamente).

Variable	Efecto A** Nivel Cantidad*****	Efecto B*** Nivel Cantidad	Efecto C*** * Nivel Cantidad	Efecto de Interacción AxB Nivel Cantidad	Efecto de Interacción AxC Nivel Cantidad	Efecto de Interacción BxC Nivel Cantidad	Efecto de Interacción AxBxC
% de Sobrevivencia (S)	1 50.28 B 2 65.47 A 3 60.13 A B						
% de Contaminación(S)	1 39.71 A 2 24.52 B 3 29.86 B						
% de Sobrevivencia (H)	1 54.08 A 2 52.16 A 3 38.90 B	1 55.80 A 2 47.84 AB 3 41.49 B		1 1 58.98 A 2 1 57.10 A 3 1 51.33 AB 1 2 64.33 A 2 2 46.59 BC 3 2 32.61 C 1 3 38.94 C 2 3 52.78 AB 3 3 32.75 C			
% de Contaminación(H)					1 1 41.91 A 2 1 35.00 AB 3 1 31.34 B 1 2 20.67 C 2 2 33.84 B 3 2 33.75 B		
% de Oxidación (H)	1 3.84 B 2 7.11 B 3 27.84 AB	1 7.69 B 2 13.07AB 3 18.03A				1 1 8.85 C 2 1 13.07 BC 3 1 8.85 C 1 2 6.53 C 2 2 13.07 BC 3 2 27.21 A	Ver Cuadro 45 Se presento Significanc ia Estadística

** Tres Niveles de Factor A (Conc. de Hipoclorito de Sodio) = 1= 0.6%, 2 = 0.9% y 3 = 1.2%

*** tres Niveles de Factor B (Tiempos de Inmersión)= 1= 10 minutos, 2= 15 minutos y 3= 20 minutos

**** dos niveles de Factor C (Variedades)= 1= Cuauhtémoc y 2= Coronado.

*****Para cada Efecto aparecen los niveles de Cada factor de la interacción o combinados.

S= Semilla H= Discos de Hoja

Cuadro 47A. Resultados de Comparación de Medias del Experimento de discos de hoja de dos variedades de avena bajo el efecto de tres medios de cultivo, separando los resultados por efectos principales (A = medios de cultivo, B = variedades e Interacción). Para las variables: % de Supervivencia y % de Formación de Callo .

Variable****	Comparación de Medias Efecto A**			Comparación de Medias Efecto B****		
	Nivel	Cantidad		Nivel	Cantidad	
% de Supervivencia	1	27.57	A	1	24.24	B
	2	33.21	A	2	21.93	B
				3	45.00	A
% de Formación de Callo	1	8.85	A	1	0.00	B
	2	12.95	A	2	0.00	B
				3	32.70	A

** Dos niveles de Factor A (Variedades) = 1= Cuauhtémoc y 2 = Coronado

*** Dos niveles de Factor B (variedades)= $MC_1 = 0.1 \text{ mg. L}^{-1}$ de 2,4- D; $MC_2 = 0.2 \text{ mg. L}^{-1}$ de 2,4- D; $MC_3 = 0.4 \text{ mg. L}^{-1}$ de 2,4- D.

*** Dos niveles de Factor B (variedades) = 1= Cuauhtémoc y 2 = Coronado

****Valores transformados $\sqrt{\text{Porcentaje Arco Seno}}$

Cuadro 48A. Resultados de Comparación de Medias del Experimento de cultivo *in vitro* de dos tipos de explante (embriones y ovarios) de dos variedades de avena bajo el efecto de tres medios de cultivo, separando los resultados por efectos principales (A = medios de cultivo, B = variedades). Para las variables: % de Supervivencia y % de Formación de callo.

Variable****	Comparación de Medias Efecto A**			Comparación de Medias Efecto B****		
	Nivel	Cantidad		Nivel	Cantidad	
% de Supervivencia (Ovarios)	1	20.92	A	1	0.00	B
	2	15.85	A	2	22.39	B
				3	32.78	A
% de Formación de callo (Ovarios)	1	13.00	A	1	0.00	B
	2	15.85	A	2	10.50	B
				3	32.78	A

** Dos niveles de Factor A (Variedades) = 1= Cuauhtémoc y 2 = Coronado

*** Dos niveles de Factor B (variedades)= $MC_1 = 0.1 \text{ mg. L}^{-1}$ de 2,4- D; $MC_2 = 0.2 \text{ mg. L}^{-1}$ de 2,4- D; $MC_3 = 0.4 \text{ mg. L}^{-1}$ de 2,4- D.

*** Dos niveles de Factor B (variedades) = 1= Cuauhtémoc y 2 = Coronado

****Valores transformados $\sqrt{\text{Porcentaje Arco Seno}}$

Medias con la misma letra con igualdad estadística.

Cuadro 49 A. Resultados de Comparación de Medias del Experimento de cultivo in vitro de embriones de dos variedades de avena bajo el efecto de tres concentraciones de 2,4-D y dos concentraciones de Kinetina, separando los resultados por efectos principales (A = variedades, B = Conc. de 2,4-D, C = Conc. de Kinetina e Interacciones). Para las variables: % de sobrevivencia, % de formación de callo y % de contaminación (Solo se consideran los efectos que fueron significativos estadísticamente).

Variable	Efecto A**		Efecto B***		Efecto C***		Efecto de Interacción AxB		Efecto de Interacción AxC		Efecto de Interacción BxC		Efecto de Interacción AxBxC	
	Nivel	Cantidad	Nivel	Cantidad	Nivel	Cantidad	Nivel	Cantidad	Nivel	Cantidad	Nivel	Cantidad	Nivel	Cantidad
% de sobrevivencia	1	30.39	B	1	17.83	B	1	27.85	A					
	2	18.39	A	2	16.44	B	2	20.92	B					
				3	38.83	A								
% de formación de callo	1	14.89	A	1	6.64	B	1 1	13.28	B	1 1	0.00	D		
	2	8.39	B	2	0.00	B	1 2	0.00	C	1 2	13.28	C		
				3	28.28	A	1 3	31.39	A	2 1	0.00	D		
							2 1	0.00	C	2 2	0.00	D		
							2 2	0.00	C	3 1	32.78	A		
							2 3	25.17	A B	3 2	23.78	BC		
% de contaminación	1	38.96	B											
	2	47.03	A											

** Tres Niveles de Factor A (Variedades) = 1= Cuauhtémoc y 2= Coronado.

*** tres Niveles de Factor B (Conc. de 2,4-D) = 1= 1.5 mg. L⁻¹, 2= 3.0 mg. L⁻¹ y 3= 6.0 mg. L⁻¹

**** dos niveles de Factor C (Conc. de Kinetina) = 1= 0.0 mg. L⁻¹ y 2= 1.0 mg. L⁻¹.

***** Para cada Efecto aparecen los niveles de Cada factor de la interacción o combinados.

Cuadro 50A. Resultados de Comparación de Medias del Experimento de tres variedades de avena bajo el efecto de siete medios, separando los resultados por efectos principales (A = variedades, B = medios de cultivo e Interacción). Para las variables: % de sobrevivencia, % de Formación de Callo y Área de Callo.

Variable	Comparación de Medias Efecto A**			Comparación de Medias Efecto B***		
	Nivel	Cantidad		Nivel	Cantidad	
% de Sobrevivencia	1	61.90	A	1	57.77	AB
	2	50.47	B	2	42.22	BC
	3	52.38	B	3	37.77	C
				4	60.00	A
				5	73.33	A
				6	71.11	A
				7	42.22	BC
% de Formación de Callo	1	24.76	A	1	4.44	C
	2	8.57	B	2	2.22	C
	3	7.61	B	3	0.00	C
				4	0.00	C
				5	37.77	B
				6	51.11	A
				7	0.00	C
Área de callo (cm ²)	1	1.38	A	1	0.27	C
	2	0.37	B	2	0.15	C
	3	0.49	B	3	0.00	C
				4	0.00	C
				5	1.99	B
				6	2.82	A
				7	0.00	C

** Tres Niveles de Factor A (variedades) = 1= Guelatao, 2 = Cuauhtémoc y 3 = Coronado

*** Siete Niveles de Factor B (medios de cultivo) = MC₁ = 0 mg. l⁻¹ de 2,4- D+ 0 mg. l⁻¹ de Picloram+0.5; mg. l⁻¹ de Tiazuron; MC₂ = 0 mg. l⁻¹ de 2,4- D+ 0 mg. l⁻¹ de Picloram+1.0 mg. l⁻¹ de Tiazuron; MC₃ = 0 mg. l⁻¹ de 2,4- D+ 0.5 mg. l⁻¹ de Picloram+0 mg. l⁻¹ de Tiazuron; MC₄ = 0 mg. l⁻¹ de 2,4- D+1.0 mg. l⁻¹ de Picloram+ 0 mg. l⁻¹ de Tiazuron; MC₅ = 2.0 mg. l⁻¹ de 2,4- D+ 0 mg. l⁻¹ de Picloram+ 0.5 mg. l⁻¹ de Tiazuron; MC₆ = 2.0 mg. l⁻¹ de 2,4-D+ 0 mg. l⁻¹ de Picloram+0 mg. l⁻¹ de Tiazuron y MC₇ = Sin reguladores de Crecimiento