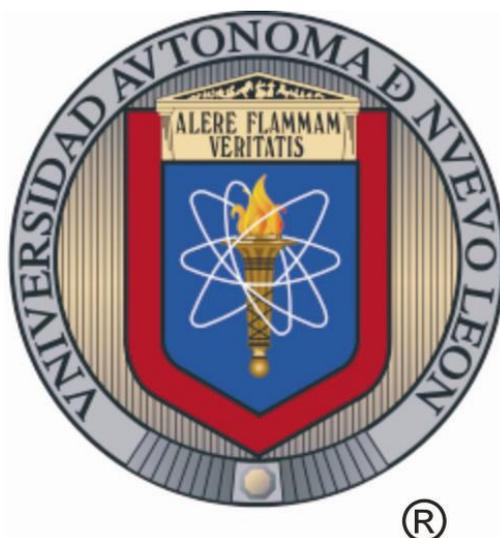


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**SELECCIÓN POR RENDIMIENTO Y TOLERANCIA A LA ROYA  
DE LA HOJA (*Puccinia triticina* E.) DE LÍNEAS DE TRIGOS  
PANADEROS Y DUROS DEL CIMMYT EN LAS ZONAS  
BAJAS DE NUEVO LEÓN**

TESIS

**Que Como Requisito Parcial para Optar al  
Grado de Maestro en Ciencias en Producción Agrícola**

**PRESENTA  
ANGEL AUBERTO PARDO CARLOS**

**Marín, Nuevo León**

**Junio del 2011**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE AGRONOMÍA



**SELECCIÓN POR RENDIMIENTO Y TOLERANCIA A LA ROYA  
DE LA HOJA (*Puccinia triticina* E.) DE LÍNEAS DE TRIGOS  
PANADEROS Y DUROS DEL CIMMYT EN LAS ZONAS  
BAJAS DE NUEVO LEÓN**

TESIS

Que Como Requisito Parcial para Optar al  
Grado de Maestro en Ciencias en Producción Agrícola

PRESENTA

ANGEL AUDBERTO PARDO CARLOS

Marín, Nuevo León

Junio del 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE AGRONOMÍA



**SELECCIÓN POR RENDIMIENTO Y TOLERANCIA A LA ROYA  
DE LA HOJA (*Puccinia triticina* E.) DE LÍNEAS DE TRIGOS  
PANADEROS Y DUROS DEL CIMMYT EN LAS ZONAS  
BAJAS DE NUEVO LEÓN**

TESIS

Que Como Requisito Parcial para Optar al  
Grado de Maestro en Ciencias en Producción Agrícola

PRESENTA

ANGEL AUDBERTO PARDO CARLOS

Marín, Nuevo León

Junio del 2011

Selección por Rendimiento y Tolerancia a la Roya de la Hoja (*Puccinia triticina* E.) de Líneas de Trigos Panaderos y Duros del CIMMYT en las Zonas Bajas de Nuevo León, México.

Por

Ing. Agr. Angel Audberto Pardo Carlos

Realizada bajo la dirección del comité de tesis, ha sido aprobada como requisito parcial para optar como requisito parcial al grado de Maestro en Ciencias en Producción Agrícola

---

Ph. D. Ciro G. S. Valdés Lozano  
Asesor Principal

---

Ph. D. Emilio Olivares Sáenz  
Co-asesor

---

Ph. D. Rigoberto Vázquez Alvarado  
Co-asesor

---

M. C. Juan Martínez Medina  
Co-asesor externo

---

Ph. D. Francisco Zavala García  
Subdirector de Estudios de Posgrado e Investigación, Facultad de Agronomía  
Universidad Autónoma de Nuevo León  
Marín, Nuevo León, México  
Abril del 2011

## **DEDICATORIAS**

### **A Dios.**

Por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarte cada día más.

### **A ti Madre Anita María.**

Por haberme educado y soportar mis errores. Gracias a tus consejos, por el amor que siempre me has brindado, por cultivar e inculcar ese sabio don de la responsabilidad.

¡Gracias por darme la vida!

¡Te quiero mucho!

### **A ti Padre Audberto.**

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

### **A mi Esposa Verónica Guadalupe.**

Por ser la fuente de mi inspiración y motivación para superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depara un futuro mejor.

### **A mis Hermanas Yessenia Anita y Neyduth Esmeralda.**

Por qué siempre he contado con ellas para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y amistad

¡Gracias!

### **A mi Tía Naydu**

Por su cariño, paciencia, comprensión y motivación para desarrollarme profesionalmente.

A mis compañeros de clases quienes me acompañaron en esta trayectoria de aprendizaje y conocimientos.

## AGRADECIMIENTOS

Al Ph. D. Ciro G. S. Valdés Lozano, Asesor Principal, por su esfuerzo y dedicación. Sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y su motivación has sido fundamental para mi formación profesional.

Al Ph. D. Emilio Olivares Sáenz, Co-asesor, por su paciencia, disponibilidad y generosidad para compartir su experiencia y amplio conocimiento en el desarrollo y finalización del presente trabajo de investigación.

Al Ph. D. Rigoberto Vásquez Alvarado, Co-asesor, por sus atinadas sugerencias en el presente trabajo de investigación.

Al M. C. Juan Martínez Medina Co-asesor, por su valiosa colaboración en la revisión y corrección del presente trabajo de investigación.

Al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) por el apoyo brindado con el germoplasma básico para desarrollar esta investigación.

A la Facultad de Agronomía de la UANL, Campus Marín por las facilidades de terreno, maquinaria y personal de campo brindadas para la realización del presente trabajo en el ciclo OI 2008 – 2009, especialmente a los trabajadores de campo Sr. Jacinto Ibarra y Sr. Juan Ortíz.

Al M. C. Fermín Montes Cavazos, por el apoyo económico que como Director de la Corporación para el Desarrollo Rural del Estado de Nuevo León brindó al Comité Estatal Sistema Producto Trigo Nuevo León A. C., lo que hizo posible la presente investigación.

Al Sr. José Luis Rodríguez Cavazos, Presidente del Comité Estatal Sistema Producto Trigo Nuevo León A. C., quien planteó la necesidad de realizar la presente investigación y la impulsó para mejorar la producción de trigo en el estado de Nuevo León.

Al Ing. Agr. Raúl Treviño Villarreal miembro del Comité Estatal Sistema Producto Trigo Nuevo León A. C. quien como agricultor en San Isidro, Los Ramones, N. L., apoyó con sus terrenos, personal de campo, maquinaria y equipo agrícola para brindar las atenciones en la siembra, desarrollo de los experimentos así como el incremento de las líneas seleccionadas superiores a los testigos regionales en resistencia a la roya y rendimiento de grano, respectivamente durante los ciclos OI2009 - 2010 y OI2010 -2011.

Al Sr. Eпитacio López por las facilidades brindadas en su propiedad “Las Quinientas Hectáreas” en la localidad de La Trinidad, Municipio de Galeana, N. L. durante el ciclo PV 2010 para el incremento de las líneas seleccionadas en el ciclo OI2009-2010 en San Isidro, Los Ramones, N. L.

Al Dr. Víctor Zamora Villa, Profesor Investigador del Programa de Cereales de la UAAAN, Buena Vista Saltillo, Coah., por haber proporcionado en préstamo una máquina trilladora del citado programa con la cual fue posible trillar la semilla de las líneas de trigo que se incrementaron en La Trinidad, Municipio de Galeana N. L.

## RESUMEN AUTOBIOGRAFICO

Nombre: Angel Audberto Pardo Carlos

Candidato al Grado de Maestro en Ciencias en Producción Agrícola.

Tesis:

Selección por Rendimiento y Tolerancia a la Roya de la Hoja (*Puccinia triticina* E.) de Líneas de Trigos Panaderos y Duros del CIMMYT en las Zonas Bajas de Nuevo León.

## BIOGRAFÍA

Datos personales:

Nacido el 15 de Marzo de 1972 en la Ciudad de Ica, Perú, hijo de la Señora Anita María Carlos Anicama y del Sr. Audberto Pardo Espinoza

Educación:

- Estudios de Primaria en el colegio C. E.22295 San Luis Gonzaga de Ica, Perú. Desde 1976 a 1982
- Estudios de Secundaria en el colegio Nacional San Luis Gonzaga de Ica, Perú. Desde 1983 a 1988
- Egresado de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, como Ingeniero Agrónomo, en Marzo de 1999. Perú

Experiencia Profesional:

- Desde antes de la obtención del título de Ingeniero Agrónomo la actividad profesional se inició como ayudante del Área de Sanidad Vegetal y como encargado del Ensayo de Menestras de Prompex. (Promoción de Exportaciones del Perú). En el Fundo “Santa Margarita” de propiedad de Algodones Peruanos S.A. desde el 18 de Diciembre de 1996 hasta el 30 de marzo de 1998, en Ica, Perú.
- Del 1 de noviembre de 1999 a julio del 2000 en el Ministerio de Agricultura en los programas de encauzamiento de ríos y estructuras de captación, en la unidad operativa de proyectos especiales, como asistente administrativo y supervisor de operaciones de maquinaria agrícola, en Ica, Perú.

- Como Desarrollista y Asistente Técnico de Laboratorio de Crianza Masal de Insectos Benéficos CIBAGRO desde el 02 de Enero de 2001 al 30 de Noviembre de 2003. Ica, Perú.
- Como Docente Estable I en el Instituto Superior Tecnológico Público de Chipao, Lucanas, Ayacucho, con Resolución Directorial Regional No 01354 para el puesto del 01 de Septiembre de 2004 al 31 de Diciembre de 2004. Ica, Perú.
- Como Encargado del Área de Sistemas de Riego, Fertilización y Almácigos en el Fundo Santa Luisa de Poruma desde el 17 de Enero de 2,005 al 31 de Marzo de 2,005. Ica, Perú.
- En la Compañía 112 del Ejército Peruano como jefe de la sección de logística, del 4 de abril del 2005 al 31 de diciembre del 2006, realizando actividades de compra de pertrechos y como encargado de la compra de árboles y siembra en los programas de reforestación del área metropolitana de Lima, Perú.
- Como Encargado del Área de Sanidad Vegetal y Maquinaria Agrícola, en el Fundo Agrícola “Santa Angélica” S. A. C., desde el 02 de Enero del 2007 hasta el 15 de Mayo de 2008. Ica, Perú, atendiendo los cultivos de espárrago, zanahoria, col, maíz para grano y algodón.
- Estudiante del Programa de Maestría en Ciencias en Producción Agrícola de la Subdirección de Estudios de Posgrado de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León en Marín, Nuevo León, México, de julio del 2008 a julio del 2010, y de agosto del 2010 a marzo del 2011 dedicado a la redacción de la tesis de maestría y colaborando con las actividades de campo del Comité Estatal Sistema Producto Trigo, Nuevo León A. C., en la continuación de los trabajos resultantes de la tesis y apoyo a siembras experimentales de sorgo.

## CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
INDICE DE CONTENIDO	vii
INDICE DE CUADROS	ix
RESUMEN AUTOBIOGRAFICO	xi
RESUMEN	xii
SUMMARY	xiii
I.- INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Antecedentes del cultivo del trigo en México	3
2.2. Estrategias para incrementar el rendimiento de grano de trigo	4
2.3. Importancia de las royas del trigo en México y Nuevo León	5
2.3.1. La roya del tallo	6
2.3.2. La roya lineal amarilla de la hoja	7
2.3.3. La roya de la hoja	7
2.4. Formación de nuevas variedades de trigo	9
2.4.1 Objetivos	9
2.4.2. Métodos de mejoramiento genético del trigo	10
2.4.3. Programas de mejoramiento de trigo en México	12
2.4.3.1 El Programa Nacional de Mejoramiento Genético de Trigo	12
2.4.3.2.El programa de trigo del CIMMYT	14
2.5. Las variedades de trigo en Nuevo León	14
2.6. Variedades con genes de resistencia a la roya de la hoja	15
2.6.1.La variedad Urbina S2007	15
2.6.2 La variedad Maya S2007	18
2.7. La resistencia de las variedades a la roya de la hoja en Nuevo León	20
2.8. Objetivo e hipótesis	21
2.8.1. Objetivo general	22

2.8.2. Hipótesis	22
2.8.2.1 Hipótesis 1	22
2.8.2.2.Hipótesis 2	22
III. MATERIALES Y METODOS	23
3.1. Materiales	23
3.2. Métodos, Ciclo (OI) 2008 - 2009, Marín, N. L.	24
3.2.1 Establecimiento de los ensayos	24
3.2.2. Variables medidas	29
3.2.3. Análisis estadístico	30
3.3. Métodos, San Isidro, Los Ramones, N. L. Ciclo OI 2009 - 2010	31
3.3.1. Establecimiento de los ensayos	31
3.3.2. Experimentos 01 y 02 de trigos panadero. San Isidro, Los Ramones, N. L. Ciclo OI 2009 – 2010	32
3.3.3. Experimentos 03,04 y 05 de trigos duros, San Isidro, Los Ramones, N. L. Ciclo OI 2009 – 2010	35
3.3.4. Variables medidas	38
3.3.5. Análisis estadístico	39
3.4 Métodos Incremento de semilla de líneas seleccionadas Ciclo PV 2009 - 2010 La Trinidad, Galeana, N. L., y Ciclo OI 2010 - 2011 Anáhuac N. L. y San Isidro, Los Ramones, N. L.	40
3.4.1 Métodos Ciclo PV 2009 - 2010 La Trinidad, Galeana, N. L.	40
3.4.2 Métodos Ciclo OI 2010 - 2011 San Isidro, Los Ramones, N. L.	40
3.4.3 Métodos Ciclo OI 2010 - 2011 Anáhuac, N. L.	41
IV. RESULTADOS	42
4. 1. CICLO OI 2008 - 2009, Marín N. L.	42
4.1.1. Trigos panaderos y duros, Marín, N. L., Ciclo OI 2008 - 2009	42
4.1.2. Ciclo OI 2008 - 2009, Marín N. L. Ensayo 16 <sup>th</sup> SAWYT de trigos panaderos bajo riego	42
4.1.3. Ciclo OI 2008 - 2009, Marín N. L. Ensayo 16 <sup>th</sup> SAWYT de trigos panaderos bajo punta de riego	45

4.1.4 Ciclo OI 2008 - 2009, Marín N. L. ensayo 29 <sup>th</sup> ESWYT de trigos panaderos bajo riego	47
4.1.5. Ciclo OI 2008 - 2009, Marín N. L., ensayo 40 <sup>th</sup> IDYN, de trigos duros bajo riego	50
4.2. 1. CICLO OI 2009 – 2010, San Isidro N. L.	52
4.2.1.1. Ciclo OI 2009 - 2010, San Isidro, N. L. selección de líneas en los ensayos 01 y 02 de líneas de trigos panaderos	52
4.2.2. Ciclo OI 2009 - 2010, San Isidro, N. L. selección de líneas en los ensayos tres, cuatro y cinco de líneas de trigos duros	56
4.3 CICLO PV 2010, La Trinidad, Rancho Las Quinientas Ha. Galeana, N. L., incremento de 16 líneas seleccionadas	57
4.4 Resultados Preliminares. Ciclo OI 2010 – 2011, San Isidro, Los Ramones, N. L.	60
4.5 Resultados Preliminares. Ciclo OI 2010 – 2011, Anáhuac, N. L.	60
V.- DISCUSIÓN	61
VI. CONCLUSIONES	64
VII. BIBLIOGRAFIA	66

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Cuadro 1. Repeticiones, número de parcelas y genealogía de 39 líneas de trigo panadero y REBECA como testigo del ensayo 16 SAWYT, CIMMYT, Marín, N. L. OI 2008 – 2009.	25
2	Cuadro 2. Repeticiones, número de parcelas y genealogía de 49 líneas de trigo panadero y REBECA como testigo del ensayo 29 ESWYT, CIMMYT, Marín, N. L. OI 2008 - 2009.	26
3	Cuadro 3. Repeticiones, número de parcelas y genealogía de 49 líneas de trigo cristalino y JÚPARE como testigo del ensayo 40 IDYN, CIMMYT, Marín, N. L. OI 2008 - 2009.	27
4	Cuadro 4. Experimento 01. Líneas de trigo panadero seleccionadas en los ensayos 16 SAWY y 29 ESWYT, y sembradas en San Isidro, Los Ramones N. L. el 27 de Noviembre del 2009.	33
5	Cuadro 5. Experimento 02. Líneas de trigo panadero seleccionadas en los ensayos 16 SAWY y 29 ESWYT, y sembradas en San Isidro, Los Ramones N. L. el 27 de Noviembre del 2009.	34
6	Cuadro 6. Experimento 03. Líneas de trigo duro seleccionadas en el ensayo 40 IDYN y sembradas en San Isidro, Los Ramones N. L. el 27 de Noviembre del 2009.	35
7	Cuadro 7. Experimento 04. Líneas de trigo duro seleccionadas en el ensayo 40 IDYN y sembradas en San Isidro, Los Ramones N. L. el 27 de Noviembre del 2009.	36
8	Cuadro 8. Experimento 05. Líneas de trigo duro seleccionadas en el ensayo 40 IDYN y sembradas en San Isidro, Los Ramones N. L. el 27 de Noviembre del 2009.	37
9	Cuadro 9. Análisis de covarianza del ensayo 16 <sup>th</sup> SAWYT bajo riego.	42
10	Cuadro 10. Medias de peso de grano por 2.5 m <sup>2</sup> de 39 tratamientos (líneas experimentales de trigo panadero para zonas semiáridas) y la variedad testigo REBECA F2000, bajo riego. Ensayo 16 SAWYT, FAUANL, Marín, N. L., OI 2008 – 2009.	44

11	Cuadro 11. Rendimiento en g / parcela de 2.5 m <sup>2</sup> , altura de planta en cm y días a floración de las líneas experimentales numéricamente más sobresalientes versus la variedad Rebeca F2000 como testigo, Ensayo 16 SAWYT bajo riego, FAUANL, Marín, N. L., OI 2008 – 2009.	45
12	Cuadro 12. Análisis de varianza del peso de grano en g. por 2.5 m <sup>2</sup> del Ensayo 16 SAWYT bajo riego, FAUANL, Marín, N. L., OI 2008 – 2009.	45
13	Cuadro 13. Medias actuales del peso de grano por 2.5 m <sup>2</sup> de los 39 tratamientos o líneas experimentales de trigo panadero para zonas semiáridas y de la variedad testigo REBECA F2000. Punta de riego, Ensayo 16 SAWYT, FAUANL, Marín, N. L., OI 2008 – 2009.	47
14	Cuadro 14. Análisis de varianza del peso de grano en g. por 2.5 m <sup>2</sup> del Ensayo 29 <sup>th</sup> ESWYT, FAUANL, Marín, N. L., OI 2008 – 2009.	47
15	Cuadro 15. Medias actuales del peso de grano por 2.5 m <sup>2</sup> de los 49 tratamientos versus la variedad testigo Rebeca F2000, Ensayo 29 ESWYT, FAUANL, Marín, N. L., OI 2008 – 2009.	49
16	Cuadro 16. Análisis de varianza del peso de grano en g. por 2.5 m <sup>2</sup> del Ensayo 40 <sup>th</sup> IDYN, FAUANL, Marín, N. L., OI 2008 – 2009.	50
17	Cuadro 17. Medias de rendimiento de grano en g por parcela de 2.5 m <sup>2</sup> ordenadas de mayor a menor, ensayo 40 <sup>th</sup> IDYN, FAUANL, Marín, N. L., OI 2008 – 2009.	51
18	Cuadro 18. Análisis de covarianza para la variable peso de grano por 3 m <sup>2</sup> y la covariable número de tallos por 3 m <sup>2</sup> , experimento 01. San Isidro, N. L., OI 2009 – 2010.	52
19	Cuadro 19. Análisis de covarianza para la variable peso de grano por 3 m <sup>2</sup> y la covariable número de tallos por 3 m <sup>2</sup> , experimento 02. San Isidro, N. L., OI 2009 – 2010.	52
20	Cuadro 20. Análisis de covarianza para la variable peso de grano por 3 m <sup>2</sup> y la covariable número de tallos por 3 m <sup>2</sup> , experimento 03. San Isidro, N. L., OI 2009 – 2010.	53
21	Cuadro 21. Análisis de covarianza para la variable peso de grano por 3 m <sup>2</sup> y la covariable número de tallos por 3 m <sup>2</sup> , experimento 04. San	

	Isidro, N. L., OI 2009 – 2010.	53
22	Cuadro 22. Análisis de covarianza para la variable peso de grano por 3 m <sup>2</sup> y la covariable número de tallos por 3 m <sup>2</sup> , experimento 05. San Isidro, N. L., OI 2009 – 2010.	53
23	Cuadro 23. Comportamiento agronómico de las 7 líneas resistentes a la roya de la hoja y seleccionadas en el experimento 01. OI 2009 - 2010. San Isidro, Los Ramones, N. L.	54
24	Cuadro 24. Comportamiento agronómico de las 4 líneas resistentes a la roya de la hoja seleccionadas en el experimento 02. OI 2009 - 2010. San Isidro, Los Ramones, N. L.	55
25	Cuadro 25. Comportamiento agronómico de las líneas seleccionadas por tolerancia a la roya de la hoja, respecto al mejor testigo en los experimentos 03, 04 y 05. OI 2009 - 2010. San Isidro, Los Ramones, N. L.	57
26	Cuadro 26. Rendimiento de semilla de incremento en kg cosechada en PV 2010 en la Trinidad, Galeana N. L., de las 6 líneas experimentales de trigos duros (LTD) y las 10 de trigos panaderos (LTP) seleccionadas por resistencia a la roya de la hoja y rendimiento de grano en Marín, N. L. OI2008-2009 y San Isidro N. L. OI 2009 - 2010, Calificación Agronómica (CA) y Reacción a la Roya de la hoja (RRH).	59
27	Cuadro 27. Genealogía de las líneas seleccionadas.	59

## RESUMEN

Por la necesidad planteada por los productores de trigo de las zonas bajas del Estado de Nuevo León, México de contar con variedades de trigo panadero (*Triticum aestivum* L.) y duro (*Triticum durum*) resistentes a la roya de la hoja, se estableció el objetivo de realizar la evaluación por tolerancia a la roya de la hoja, rendimiento de grano y otras características agronómicas de líneas experimentales nuevas del CIMMYT. Se introdujeron dos ensayos de trigos panaderos el 16 SAWYT con 39 líneas experimentales y como testigo local la variedad Rebeca F2000, para un total de 40 tratamientos, y el 29 ESWYT con 49 líneas experimentales y el mismo testigo local para tener 50 tratamientos. Se introdujo el ensayo de trigos duros 40 IDYN con 49 líneas experimentales y como testigo local la variedad Jupare C2001, para un total de 50 tratamientos. La evaluación del germoplasma en los tres ensayos se efectuó en el ciclo agrícola de Otoño Invierno (OI) 2008 – 2009 en la FAUANL, en Marín, N. L., donde el ensayo 16 SAWYT se sembró el 15 de diciembre del 2008 y se condujo bajo riego y punta de riego, el 16 ESWYT y el 40 IDYN el 16 de diciembre del 2008 y se condujeron bajo riego. No se presentó incidencia de la roya de la hoja y las líneas se seleccionaron por rendimiento de grano cuando superaron al testigo local. Se integraron cinco ensayos bajo el diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones: el ensayo 1 con 10 y el 2 con 9 líneas de trigos panaderos y como testigos Monarca F2007, Norteña F2007, Rayón F89 y Rebeca F2000, los ensayos 3 y 4 con 10 y el 5 con 9 líneas de trigos duros y con los testigos Banamichi C2004, Samayoa C2004 y Jupare C2001 que se sembraron el 27 de noviembre del 2010 y se condujeron bajo riego en la

localidad de San Isidro, Los Ramones, N. L. Las condiciones ambientales permitieron una alta incidencia de la roya. Diez líneas de trigos panaderos y seis de trigos duros fueron resistentes y superiores en rendimiento de grano a los testigos. Estas 16 líneas se sembraron en el PV 2010 el 7 y 8 de junio en La Trinidad, Galeana, N. L. para incrementar su semilla para sembrarlas el 7 y 8 de diciembre en San Isidro, Los Ramones N. L., y el 15 de diciembre en Anáhuac N. L. (OI 2010- 2011) para incrementar aún más la semilla. En la primera localidad 4 líneas de trigo panadero y las 6 de trigos duros presentaron resistencia a la roya de la hoja y en Anáhuac N. L. no se presentó incidencia de esta roya. Las líneas finalmente seleccionadas, 4 de trigos panaderos y 6 de duros, se han programado para cosecharlas y llevarlas a producción de semilla básica en el ciclo PV 2011 en las zonas altas de Nuevo León, para que sean la base para un programa de producción de semilla para siembra en este estado.

Palabras clave: roya de la hoja, Resistencia, líneas de trigo panadero y duros.

## SUMMARY

As a requesting of wheat producers from the low zones of Nuevo Leon State of Mexico that they require to have bread (*Triticum aestivum* L.) and durum wheat (*Triticum durum*) resistant to leaf rust an high grain yield, it was established the objective of to evaluate new experimental wheat lines from CIMMYT by resistance to leaf rust, grain yield and other agronomic traits. Two bread trials 16 SAWYT with 39 lines and Rebeca F2000 as check for 40 tratments, and the 29 ESWYT with 49 lines an the same check for 50 treatments. The trail 40 IDYN with 49 lines and Jupare C2001 as a check for 50 treatments was introduced. The germplasm evaluation of the three trails was at the agricultural cycle Autum Winter (OI) 2008 -2009 at FAUANL, Marín, N. L., where 16 SAWYT was planted twice the 15 of December 2008 to be conducted under full irrigation and only one watering, the trails 16 SAWYT and 40 IDYN were planted the 16 of December 2008 under full irrigation. There was not incidence of leaf rust and the lines that yielded more than the local check were selected. Five trails were integrated under the experimental design of randomized complete block with four replicates: 1 trail with 10 and trail 2 with nine bread wheat lines and as checks Monarca F2007, Norteña F2007, Rayón F89 y Rebeca F2000, trails 3 and 4 with 10 and the 5 trail with 9 durum wheat lines and the checks Banamichi C2004, Samayoa C2004 y Jupare C2001. The trails were planted the 27 of November 2010 at San Isidro, Los Ramones, N. L. The environmental conditions let a high incidence of leaf rust. Ten bread wheat lines and six durum lines were resistant and higher in grain yield than the checks. In order to increase

seed, these 16 lines were planted the 7 and 8 of June at La Trinidad, Galeana, N. L. and plant them again the 7 and 8 of December at San Isidro, Los Ramones, N. L., and the 15 of December 2011 at Anahuac, N. L. to increase more the seed. At the first location 4 bread wheat lines and the 6 of durum wheat showed up resistance to leaf rust and at Anahuac, N. L. leaf rust was not present. The final selected lines, 4 of bread wheat and 6 of durum wheat, have been programmed to harvest and to take them to produce basic seed at the high zones of Nuevo Leon State in the spring – summer 2011 agricultural cycle, to be the support of a production program of wheat seed to plant at this state in Mexico.

Key words: leaf rust, resistance, bread and durum wheat lines

## I.- INTRODUCCION

En Nuevo León la producción de trigo año con año es amenazada por la presencia de la roya de la hoja (*Puccinia triticina* E.), donde en años de buena precipitación, el incremento esperado del rendimiento de grano en las siembras tanto de riego como de temporal, es drásticamente reducido por esta enfermedad, la cual aparte de reducir el rendimiento ocasiona que se coseche un grano chupado que tiene un valor comercial bajo o nulo.

De acuerdo con Valdés (2007), para atender las necesidades de nuevas variedades de trigo tanto panaderos como duros para riego y temporal, el programa nacional de trigo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, (SAGARPA), de México, anualmente envía a sus investigadores en todo el país, entre ellos a los del noreste de México, el llamado Ensayo Uniforme de Variedades de Trigo, el cual incluye las nuevas líneas experimentales que han sido sobresalientes por su comportamiento agronómico en las principales regiones trigueras de México, donde la roya que predomina es la del tallo (*Puccinia graminis tritici*); en consecuencia, muy pocas o ninguna de las nuevas líneas que en este ensayo llegan a Nuevo León, se adaptan a las condiciones climáticas del estado y frecuentemente resulta que la mayoría son susceptibles a la roya de la hoja (*Puccinia triticina*), la cual por ser una enfermedad de importancia relativamente menor a la roya del tallo en las principales regiones trigueras del país, no se hace selección para resistencia a esta enfermedad, la cual si es predominante en Nuevo León, por lo que eventualmente solo unas pocas

líneas del ensayo nacional de variedades del INIFAP llegan a destacar en Nuevo León, por lo que la falta de variedades de trigos tanto panaderos (*Triticum aestivum*) como duros (*Triticum durum*), resistentes a la roya de la hoja y con buen rendimiento y calidad de grano en Nuevo León, ha ocasionado crisis serias por pérdidas de rendimiento por incidencia de la roya de la hoja recurrentemente en los años recientes, por lo que el presente estudio tiene como objetivo general la selección de líneas experimentales de trigo bajo las condiciones agroecológicas de Nuevo León, para identificar algunas que puedan llegar a ser nuevas variedades de trigo resistentes a la roya de la hoja y con buen rendimiento.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Antecedentes del Cultivo del Trigo en México.

El trigo es uno de los cultivos de mayor importancia en el mundo, en el año 2004 se produjeron 627 millones de toneladas, siendo China, India, EE.UU, Rusia, Francia, Canadá, y Alemania los principales productores, respectivamente con 91.3, 72.1, 58.7, 45.4, 39.7, 25.9 y 25.4 millones de toneladas (FAO STAT, 2005). En México en los años 2,003, 2,004, y 2,005 se produjeron 2.7, 2.3 y 2.9 millones de toneladas. México es deficitario en su producción de trigo, tan solo en el 2004 la demanda fue de 5.6 millones de toneladas de los cuales el 36% (2.0 millones de toneladas) lo cubrió la producción nacional y el 64% restante (3.6 millones de toneladas) se importaron.

La superficie cosechada en el 2004, 2005 y 2006, respectivamente fue de 518,500, 634,500 y 650,100 hectáreas, siendo en el 2005 el rendimiento medio nacional de 4,570 kilogramos por hectárea, no obstante, México tiene el déficit de trigo en los trigos de tipo panadero (*Triticum aestivum*. L.), siendo autosuficiente en cuanto a los trigos duros para pastas (*T. durum*. L).

Los principales estados productores de trigo son Sonora, Baja California, Guanajuato, Michoacán, Sinaloa con 37, 17, 15, 7 y 7%, el resto de los estados del país contribuyen con el 17% de la producción nacional, entre estos últimos se ubica Nuevo León, en donde la superficie sembrada en la zonas bajas del estado fluctúa de año en año de 20 a 30 mil hectáreas, de las cuales la menor superficie, aproximadamente de 5 a 7 mil hectáreas son de riego y el resto es de temporal, llegando a sembrarse las 30 mil hectáreas o poco más en años con buenas precipitaciones como el del 2008. Los

rendimientos en riego fluctúan de 2000 a 5000 kilogramos por hectárea y en temporal de 1000 a 4000, dependiendo de la precipitación.

## **2.2. Estrategias para Incrementar el Rendimiento de Grano de Trigo**

En 1950 el rendimiento medio nacional era de 700 kilogramos por hectárea y a partir de 1960 se ha tenido un incremento gradual histórico de los rendimientos en las principales zonas trigueras hasta llegar a un promedio de 5 a 7 toneladas por hectárea, no siendo raro observar incluso en estas zonas del noroeste a nivel de parcela, hasta las 10 toneladas por hectárea. Para incrementar los rendimientos hasta los niveles actuales se implementaron dos estrategias, la primera, consistente en mejorar el ambiente de producción mediante el riego, la fertilización, y la mecanización, últimamente mediante el uso de insecticidas, herbicidas, fertilizantes foliares, reguladores de crecimiento, biofertilizantes, etc.; sin embargo, en los primeros años de implementada esta estrategia se observó que la variedades tradicionales altas y no adaptadas a estos nuevos y mejores ambientes de producción, se acamaban como resultado de una mayor succulencia de los tallos, su debilitamiento por efecto de la roya del tallo (*Puccinia graminis tritici*), de la hoja (*P. recondita*, *P. striiformis* y *P. triticina*) y un mayor peso del grano, en consecuencia la segunda estrategia fue dirigida hacia el mejoramiento genético para obtener nuevas variedades cada vez mas adaptadas a los nuevos y mejores ambientes de producción, esto es variedades que no se acamaban por tener menor altura de planta, tallos más gruesos, resistencia a las royas del tallo y de la hoja, mayor índice de cosecha, o sea con mayor proporción del peso seco del

grano cosechado en relación al peso seco total de la planta, calidad industrial específica para la panificación, galletería y pastas.

Por lo anterior las nuevas variedades bajo los nuevos ambientes de producción alcanzan mayores rendimientos y satisfacen las necesidades de calidad del mercado.

Las dos estrategias anteriores que desde 1960 hasta la fecha han estado vigentes fueron diseñadas e implementadas bajo la propuesta de la llamada “Revolución Verde” promovida por el Dr. Norman Borlaug del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), primero en México y luego a nivel internacional, estrategia de investigación que fue adoptada por el antiguo Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), y que a la fecha en el mismo CIMMYT y en el nuevo Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) sigue generando nuevas variedades de trigo.

### **2.3. Importancia de las Royas del Trigo en México y Nuevo León.**

En las diferentes regiones del país las royas tanto del tallo como de la hoja siguen estando presentes y son un riesgo permanente para la producción del trigo, donde las nuevas variedades que se liberan tiene una duración aproximada de cuatro a cinco años en la producción siendo necesario sustituirlas por otra nuevas que presentan tolerancia o resistencia a las nuevas razas fisiológicas que por cruzamiento sexual y mutación aparecen en el ambiente, donde algunas de las cuales atacan a las variedades de trigo existentes, por lo que continuamente se hace necesario la formación mediante el mejoramiento genético, de nuevas variedades genéticamente

resistentes a estas enfermedades para su liberación (Valdés, 2007; Huerta, *et al.*, 2004).

La necesidad de variedades resistentes a la roya de la hoja se acentuó en el caso de los trigos duros durante los años 2001, 2002 y 2003 cuando en las siembras de la variedad Altar C84 la cual era resistente a las razas fisiológicas de la roya de la hoja (*Puccinia triticina* E.) existentes, presentó susceptibilidad a la nueva raza fisiológica denominada BBG/BN, por lo que se presentaron epifitias de esta enfermedad, lo que obligo a la búsqueda intensa de nuevas líneas de trigo duro resistentes a esta raza (Mariscal, *et al.*, 2007), surgiendo la variedad Júpare C2001 la cual fue resistente a esta raza y en el caso de Nuevo León, para el ciclo OI2007/2008 ya mostro susceptibilidad.

### **2.3.1. La roya del tallo.**

*Puccinia graminis tritici*, causa lesiones ovaladas o alargadas y es capaz de infectar casi todas las partes aéreas de la planta, sobre todo los tallos verdaderos. Las lesiones de forma ovalada o tipo ampollas alargadas que están dispersas en los tejidos afectados, lesiones visibles en ambos lados de la hoja, el color de la lesión es naranja-rojo y el grado del daño es la ruptura de las capas exteriores del tejido vegetal que es visible sin magnificación (Wolf 2009). En 1999, en Uganda, Africa, se identificó una nueva raza fisiológica de la roya del tallo denominada ug99, para la cual los tres genes de resistencia convencionalmente utilizados para las otras razas fisiológicas no son útiles, y amenaza con diseminarse a Pakistán, Bangladesh, Afganistán, La India, la región del oriente medio y a todo el mundo, sin embargo, el fitomejorador Ravi Singh del CIMMYT asegura haber desarrollado cerca de 60 nuevas líneas resistentes a ug99 y además con

mayor rendimiento de grano a las variedades ya existentes, éstas líneas deberán cruzarse con otras variedades para generar nuevas líneas resistentes a ug99 y mediante selección obtener líneas nuevas y adaptadas a las diversas condiciones locales, lo cual tomará al menos 7 años para llevarlas a la producción ( Vidal, 2009).

### **2.3.2. La roya lineal amarilla de la hoja.**

*Puccinia striiformis*, es una enfermedad que causa daños importantes en las hojas del trigo en el mundo (Zwer y Qualset, 1994), se presentan pústulas pequeñas ovals arregladas en forma lineal siguiendo las nervaduras de las hojas en el envés, las pústulas se rompen y liberan un polvo amarillo. Las pérdidas en rendimiento pueden ser de 30% a 75% (Torabi y Nazari, 1998; Roelfs, 1978).

### **2.3.3. La roya de la hoja.**

El CIMMYT\* establece que: “la roya de la hoja (*Puccinia triticina*) produce esporas de color marrón claro que aparecen sobre todo en la superficie del haz de las hojas; no causa la ruptura de la epidermis. Como en el caso de la roya del tallo, las pústulas pueden también extenderse por el tallo al final de la estación. La roya de la hoja está presente en todas las áreas de cultivo de cereales. Prospera en condiciones húmedas con temperaturas entre 15-25°C”, por lo que es un patógeno muy diseminado y destructivo, tiene un mecanismo eficiente de dispersión aérea a grandes distancias, gran habilidad para mutar (Rajaram y Campos, 1974) y multiplicarse rápidamente (Singh *et al.*, 2001), en relación a otros patógenos causantes de royas. Una severa infección puede detener el desarrollo de la planta e incluso matarla, al reducir la

superficie de fotosíntesis y causar pérdidas de agua, debilitando el sistema radical y provocando arrugamiento en los granos (Roelfs, 1978).

La reducción del rendimiento por la roya de la hoja depende de la etapa fenológica en que se alcance 100% de infección; así, entre el estado de plántula y el amacollamiento, la pérdida es 95%, en encañe 70%, en embuche 50%, en floración 35%, en estado lechoso del grano 20%, y en estado masoso el grano 10% (Chester, 1946). Las royas atacan las hojas, tallos y espigas de las plantas reduciendo la cantidad y composición de los productos fotosintéticos disponibles para el desarrollo del grano (Cox *et al.*, 1997). Las pérdidas en rendimiento se deben generalmente a la falta de llenado del grano, pero cuando la enfermedad es severa antes del embuche, también puede disminuir el número de macollos (Roelfs *et al.*, 1992). El desarrollo temprano de la roya de la hoja probablemente afecta el número de granos, mientras que en etapas de crecimiento tardías afecta el peso del grano (Schultz y Line, 1992). La roya de la hoja es la más importante en N. L.

En México se han usado fuentes de resistencia específica para desarrollar variedades resistentes a *P. triticina*, pero tales variedades permanecen en explotación comercial extensiva sólo 3 a 5 años, ya que el hongo desarrolla nuevas formas de virulencia (CIMMYT, 1977).

La resistencia específica sólo confiere protección a las plantas por poco tiempo; por tanto, se busca generar variedades con resistencia caracterizadas por permitir un lento desarrollo de la roya (LDR) a *P. triticina*, la cual muestra una incidencia moderada de la enfermedad en estado de plántula y un desarrollo lento en planta adulta, con bajo

porcentaje de daño al final del ciclo del cultivo. Este tipo de resistencia se ha tipificado como durable (Roelfs *et al.*, 1992).

## **2.4. Formación de Nuevas Variedades de Trigo.**

### **2.4.1 Objetivos**

El principal objetivo del mejoramiento genético del trigo es incrementar el potencial de rendimiento y ampliar el rango de adaptación ambiental del cultivo. Actualmente, el énfasis se concentra en combinar genes asociados con alto potencial de rendimiento, resistencia a enfermedades diversas, tolerancia al estrés causado por factores ambientales y calidad industrial del grano. En cuanto al mejoramiento de la calidad industrial, los conocimientos derivados de décadas de investigación en el CIMMYT, han permitido identificar las combinaciones de genes y proteínas que aseguran la obtención de las características de calidad de panificación demandadas por el sector industrial. Estos conocimientos se han utilizado para crear nuevas variedades para México (Espitia-Rangel *et al.* 2003, 2004). El mantenimiento de la resistencia a las royas, pese al surgimiento constante de nuevas razas de los patógenos causantes, ha permitido a los agricultores ahorrar grandes cantidades de recursos al no tener que aplicar fungicidas constantemente (Lantican *et al.*, 2005).

En los últimos años, las enfermedades que afectan al cultivo de trigo han incrementado su severidad debido a la difusión de cultivares de trigo susceptibles, el uso de semilla infectadas que ayudaron a diseminar el inoculo en algunas manchas foliares y en especial a condiciones ambientales favorables a manchas foliares, hongos de suelo y

de espiga que tienen el potencial de limitar el rendimiento y la calidad del cultivo del trigo (Pérez *et al.*, 2007).

Cuando se está mejorando para obtener resistencia a las royas, es importante monitorear las razas del patógeno, conocer su composición y probar las nuevas variedades con esas razas. De esta manera se obtendrá información acerca del posible incremento de una raza o combinación de virulencias, que se podrá utilizar para desarrollar estrategias en el uso de la resistencia y la liberación de variedades. (Gilchrist *et al.*, 2005), por lo anterior se puede establecer que los objetivos del mejoramiento genético del trigo pueden ser diversos, siendo la resistencia genética a las royas uno de sus objetivos principales siendo prioritario para el mundo entero el mejoramiento genético para la raza fisiológica de la roya del tallo denominada Uganda 99, que se ha convertido en una amenaza mundial, y en lo particular la búsqueda de variedades resistentes al complejo de razas fisiológicas de la roya de la hoja aún por identificar que se presentan en el noreste de México, particularmente en Nuevo León.

#### **2.4.2. Métodos de mejoramiento genético del trigo.**

Los más importantes son los métodos Genealógico, Masivo, el de Una Sola Semilla, la Retrocruza y sus combinaciones, Los tres primeros son métodos que utilizan el cruzamiento entre líneas puras ya existentes que poseen, aun que separados, los caracteres deseados. Después del cruzamiento se obtiene la primer generación filial o F1, la cual por autofecundación natural genera la F2, a partir de la cual, por autofecundación continua se avanza a F3, F4, F5, F6 y F7, donde para genes

independientes, en estas últimas dos generaciones se llega a tener respectivamente 96.9 y 98.4 % de homocigosis y en consecuencia un muy alto % de plantas homocigóticas, de tal forma que al seleccionar plantas deseables y llevarlas a planta por surco, se tiene una probabilidad muy alta de formar nuevas líneas puras que presentan recombinaciones de los genes deseables que se encontraban separados en las líneas puras progenitoras que participaron en el cruzamiento, obteniendo así nuevas líneas superiores a las ya existentes. En el método genealógico la selección de plantas individuales se inicia en la F2 que es la primer generación de autofecundación y de segregación y se continúa hasta las generaciones F6 a F7 para obtener las nuevas líneas puras, en el método masivo las generaciones de F1 a F5 se avanzan en forma de masivos o Bulk para iniciar la selección de plantas individuales en la F6 y tener la primeras familias como líneas puras en F7. El método del descendiente de una sola semilla "single seed descendant" consiste en sembrar 50 a 100 semillas de cruce para obtener otras tantas plantas F1 y de ellas tomar una sola semilla que se establecen en un masivo para obtener plantas F2 y así hasta la F5, la cual se siembra espaciadamente para seleccionar plantas individuales y llevar su semilla a planta por surco y formar las primeras familias F6 las cuales serán uniformes y se avanzarán a F7 solo aquellas seleccionadas; este avance utilizando una sola semilla de cada planta se ha conducido bajo condiciones de invernadero donde a las plantas se siembran bajo invernadero y se les somete a condiciones ambientales restringidas en fertilidad y riego de tal forma que produzcan un número reducido de semillas y acorten su ciclo para avanzar hasta tres generaciones en un año, acortando con ello el tiempo para obtener nuevas líneas puras experimentales. La retrocruza se utiliza para introducir caracteres

deseados a líneas puras ya existentes, sin embargo en estos métodos de mejoramiento se le ha utilizado en generaciones tempranas para luego continuar la selección encaminada a formar nuevas líneas puras. (Poehlman *et al.*, 2005). Estos métodos de mejoramiento genético del trigo son semejantes en que una vez que se han formado nuevas líneas puras experimentales, éstas se tienen que seleccionar en ensayos experimentales bajo diseño estadístico, primero preliminarmente con dos repeticiones para eliminar aquellas líneas que evidentemente son poco prometedoras y luego en ensayos con mayor número de repeticiones y utilizando las mejores variedades locales como testigos en diversas localidades de una región considerada como ambiente objetivo, para identificar aquellas que superen a los testigos y merezcan liberarse como nuevas variedades comerciales, paralelamente en parcelas más grandes se va incrementando la semilla de aquellas que dan los mejores resultados para en cuanto se liberan a la producción las mejores líneas experimentales como nuevas variedades se pueda contar con semilla para su comercialización.

Existen otros métodos de formación de nuevas líneas y variedades de trigo que se utilizan como apoyo a los primeros tales como la mutagénesis, las cruces interespecíficas, la selección *in vitro*, el cultivo *in vitro* seguida de la inducción de variación somaclonal, la formación de líneas dihaploides y la transformación genética; los productos de estos métodos especiales de mejora deben pasar por algunos de los dos métodos primeros y la parte final de evaluación en campo e incremento de semilla para llevarse como nuevas variedades de trigo a la producción (Valdés, 2008).

### **2.4.3. Programas de Mejoramiento de Trigo en México**

#### **2.4.3.1 El Programa Nacional de Mejoramiento Genético de Trigo.**

Éste se ubica en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), tiene como propósito desarrollar nuevas variedades de trigo para las zonas trigueras más importantes de México como el noroeste y el Bajío. Este programa utiliza los métodos de mejoramiento convencionales de cruce y selección antes mencionados, donde a finales de los sesenta en el antiguo Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, se estableció el esquema donde las cruces se hacían en Toluca, México, en el verano y en el invierno en Cd. Obregón Son y Celaya, Guanajuato en el invierno. La selección individual se efectuaba en las generaciones segregantes de la F2 a la F7 en diversas localidades ecológicamente contrastantes. Las selecciones convergían en el verano en Toluca y en el invierno divergían a Cd. Obregón Son, a Mexicali, Baja California Norte, Los Mochis y Culiacán en Sinaloa, en el noroeste, a Cd. Delicias, Chihuahua, Torreón Coahuila en el Norte, en el noroeste a Cd. Anáhuac Nuevo León, y Río Bravo Tamaulipas, en el centro a Celaya Guanajuato y los Valles Centrales de los estados de México, Puebla y Taxcala, este movimiento del germoplasma bajo selección permitió obtener variedades de trigo con una capacidad de adaptación a muy diversos ambientes producto de la homeostasis o “buffering” genético fisiológico, lo cual las hizo muy apreciadas a nivel mundial. Sin embargo por motivos presupuestales, a partir del cambio de política gubernamental, a partir de 1980, el presupuesto para el INIFAP, se redujo y las actividades de selección se han reducido a Toluca y Cd. Obregón Sonora, donde las mejores líneas experimentales en el

noroeste se seleccionan para integrar el llamado ensayo nacional de líneas experimentales de trigo que se envía a las regiones trigueras más importantes del país para su evaluación. Desafortunadamente, las líneas seleccionadas que integran este ensayo regional son seleccionadas principalmente por resistencia a la roya del tallo la cual es la más importante en las grandes zonas trigueras de México, sin embargo prácticamente no se selecciona para resistencia a la roya de la hoja la cual es el principal problema en Nuevo León.

#### **2.4.3.2. El programa de trigo del CIMMYT.**

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo tiene su sede en El Batán, Texcoco, México, recibe el apoyo del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) y tiene como mandato “Incrementar de manera sustentable la productividad de los sistemas de cultivo de maíz y trigo para garantizar la seguridad alimentaria global y reducir la pobreza”. El CIMMYT cuenta con la Red Internacional de Mejoramiento de Trigo, la cual tiene como un servicio el proporcionar a colaboradores e interesados, bajo ciertas normas, los llamados Viveros Internacionales de Trigo del CIMMYT, los cuales son ensayos que integran las líneas experimentales que se van formando tanto de trigos panaderos como de trigos duros y triticales, las cuales son formadas y seleccionadas para poder ser adaptarse a ambientes agroecológicos específicos, entre los cuales se pueden mencionar el ESWYT (Elite Spring Wheat Yield Trial), SAWYT (Semi-Arid Wheat Yield Trial) ambos de trigos panaderos, el IDYN (International Durum Yield Nursery) de trigos duros, entre otros más. El programa de la

Red Internacional de Mejoramiento de Trigo del CIMMYT apoya estrechamente al Programa Nacional de Mejoramiento Genético de Trigo del INIFAP.

## **2.5. Las Variedades de Trigo en Nuevo León.**

Las nuevas variedades de trigo en el estado de Nuevo León, a partir de la década de 1970 se habían seleccionado de ensayos enviados por el Programa Nacional de Mejoramiento Genético de Trigo, al Campo Agrícola Experimental de Anáhuac, N. L. y al Campo Agrícola Experimental de General Terán, ambos del INIFAP, de entre las líneas recibidas una de ellas llegó a ser denominada como Anáhuac F 75, por ser de buen comportamiento en la localidad de Nuevo León del mismo nombre en Nuevo León, sin embargo en la década de 1980 el campo Experimental de Anáhuac dejó de funcionar y al de General Terán se le redujo drásticamente el presupuesto, la planta de investigadores se redujo y no fue reemplazada, por lo que se dejaron de evaluar las nuevas líneas que se generaban en el programa nacional. Las consecuencias de estas políticas condujo a los agricultores que siembran trigo a traer semilla para siembra de otros estados del país principalmente del Bajío y Chihuahua, ya que los estados de Sonora y Sinaloa fueron cuarentenados para producir semilla por estar presente la enfermedad llamada carbón parcial producida por el hongo *Tilletia indica*, por lo que el Noroeste de México ha sido cuarentenado para producir semilla para siembra. Por lo anterior las nuevas variedades de trigo sembradas en Nuevo León no presentan un alto rendimiento por encontrar condiciones agroecológicas diferentes a las localidades para las cuales fueron seleccionadas y fundamentalmente no presentan resistencia a la roya de la hoja que es la predominante en el estado.

## **2.6. Variedades con Genes de Resistencia a la Roya de la Hoja**

Dos variedades han sido liberadas como resistentes a la roya de la hoja, estas han sido Urbina S2007 y Maya S2007, éstas han sido estudiadas en cuanto a los genes involucrados en esta resistencia.

### **2.6.1. La variedad Urbina S2007.**

Es de hábito de crecimiento de primavera, semi enana, 91 cm de altura; ciclo vegetativo intermedio, con 77 días a floración y 124 días a madurez fisiológica. Estos caracteres registran ciclos vegetativos más largos al sembrarse en fechas tempranas, como las realizadas del 15 de noviembre al 1<sup>o</sup> de diciembre, y más cortos y portes más bajos al sembrarse en fechas intermedias y tardías, del 16 de diciembre al 15 de enero. La condición de humedad, la fertilización y la densidad de población también pueden afectar estos caracteres. El grano es blanco, de forma ovoide, bordes redondeados y endospermo suave mediano, de 7 a 8.2 mm de largo y 3.4 a 4.1 mm de ancho, con un peso específico medio de 77.1 kg hL<sup>-1</sup> y el peso de 1000 granos es de 37 a 50 g dependiendo de la fecha de siembra.

Urbina S2007 posee los genes de resistencia a roya de la hoja del trigo (*Puccinia triticina* E.) *Lr1* y *Lr23*.

La presencia de *Lr1* se postuló por la respuesta a la infección con las razas BBG/BN, CBJ/QL y CBJ/QB. *Lr1* muestra su tipo de infección "0" característico cuando este gen es efectivo (McIntosh *et al.*, 1995). *Lr1* también ha sido identificado en variedades como Sonora F64, Noroeste F66, Tobarí F69, Nuri F70, Yecora F70, Cajeme F71, Cleopatra VS74, Pavón F75, Ahome F81 y Tonichi S81 (Singh y Rajaram, 1991) además de Jaral

F66, Azteca F67, Bajío F67, Norteño F67, Saric F70, Vicam F70, Mochis F73, Roque F73, Toluca F73, Torim F73, Chapingo VF74, Yecorato S77 y Yécora 70R (Singh, 1993). *Lr1*, fue también uno de los genes de resistencia más comunes (27/50) en un estudio de resistencia a roya de la hoja en trigos de temporal (Huerta *et al.*, 2002).

*Lr23* se pudo postular por el tipo de infección, característico como un pequeño punto clorótico y/o necrótico del tamaño de la punta de un alfiler y que es consecuencia de la muerte de una célula en respuesta a la infección del hongo de la raza MCJ/QM. Este gen ha sido de resistencia más común en las variedades que se han cultivado en áreas de temporal en México incluyendo, Chapingo VF74, Glenson M81, México M82, Seri M82, Curinda F86, Temporalera M87, Batán F96, e inclusive en variedades más recientes como Rebeca F2000 (Huerta y Singh, 2000), sin embargo esta última variedad en Nuevo León en 2007 presentó susceptibilidad a la roya de la hoja.

Para estos dos genes ya existe virulencia en México y de manera especial Urbina S2007 es susceptible en plántula a las razas MCJ/SP y MBJ/SP (Singh, 1991; Huerta y Singh, 1996; Huerta y Singh, 2000) que son actualmente las más comunes en El Bajío y todas las áreas donde se siembra trigo bajo condiciones de riego y temporal. Existe además un tercer gen de plántula que no corresponde a ninguno de los genes actualmente identificados y/o catalogados (McIntosh *et al.*, 1995), pero que es efectivo en contra de las razas CCJ/SP y otras razas identificadas en el norte de México incluyendo una denominada TNM/SP y MLJ/SP (Huerta–Espino *et al.*, 2008).

En planta adulta, Urbina S2007 es resistente a roya de la hoja alcanzando niveles máximos de infección de 10% en la hoja bandera de acuerdo a la escala modificada de Cobb (Peterson *et al.*, 1948). Estos resultados fueron obtenidos al someter la variedad a infecciones naturales en Texcoco, Estado de México y Celaya, Guanajuato en el ciclo primavera-verano donde son comunes las razas MCJ/SP y MBJ/SP, esta respuesta indica que la nueva variedad basa su resistencia de campo en por lo menos tres genes de resistencia de planta adulta (Singh *et al.*, 2001). Estos genes de planta adulta son de efectos aditivos y confieren resistencia de enrollamiento lento a roya de la hoja (Singh *et al.*, 2001), este tipo de resistencia es efectiva en contra de todas las razas que existen en México y otras partes del mundo donde se cultiva trigo y se protege en contra de las epifitias de roya hasta en 84% (Singh y Huerta-Espino, 1997). Se espera que este tipo de resistencia sea más duradera al no ejercer el patógeno una presión de selección.

De acuerdo con las características de Urbina S2007, este trigo suave tiene parámetros de calidad comercial que aseguran su competitividad en el mercado, calidad industrial que asegura su aptitud para ser empleada en la elaboración de productos que demandan como materia prima, harinas de gluten débil y finalmente, propiedades de fuerza y extensibilidad del gluten que favorecen su empleo como mejorador de harinas de gluten fuerte y tenaz.

### **2.6.2 La variedad Maya S2007.**

Es de hábito de crecimiento de primavera, semi enana, de 87 cm de altura; ciclo biológico es precoz, con 73 días a floración y 123 días a madurez fisiológica. El tallo de

la variedad Maya S2007 es fuerte, hueco, color crema y moderadamente resistente al acame. La espiga es color blanco, piramidal, laxa, con barbas, longitud de 13 a 15 cm y produce de 16 a 19 espiguillas de las cuales 1 ó 2 en la base, pueden ser estériles. Generalmente produce tres granos en la base, cuatro en la parte media y tres en el ápice. Las glumas son color blanco, miden de 10 a 11 mm de largo y 4 mm de ancho, el ápice de la gluma es largo, de 13 mm de longitud.

Maya S2007 posee los genes de resistencia a la roya de la hoja del trigo (*Puccinia triticina* E.) *Lr1* y *Lr1 0*. La presencia de *Lr1* se postuló por la respuesta a la infección con las razas BBG/BN, CBJ/QL y CBJ/QB. *Lr1* muestra su tipo de infección "0" característico cuando este gene es efectivo (McIntosh *et al.*, 1995). *Lr1* también ha sido identificado en variedades como Sonora F64, Noroeste F66, Tobarí F69, Nuri F70, Yecora F70, Cajeme F71, Cleopatra VS74, Pavón F75, Ahome F81 y Tonichi S81 (Singh y Rajaram, 1991) además de Jaral F66, Azteca F67, Bajío F67, Norteño F67, Saric F70, Vicam F70, Mochis F73, Roque F73, Toluca F73, Torim F73, Chapingo VF74, Yecorato S77, Yécora 70R y Urbina S2007 (Solís *et al.*, 2007). *Lr1*, fue también uno de los genes de resistencia más comunes (27/50) en un estudio de la resistencia a la roya de la hoja en trigos de temporal (Huerta *et al.*, 2002).

*Lr 10* se postuló por su respuesta a las razas CBJ/QB y TCB/ TD. La presencia de *Lr10* hace a Maya S2007 resistente a la raza TCB/TD, una de las más comunes hasta 1994 (Huerta y Singh, 1996). *Lr10* es uno de los genes presentes tanto en especies de trigos duros con genoma AABB y trigos harineros con Genoma AABBDD (Huerta y González, 2000). Ha sido identificado y confirmado en Altar C84, Topacio C97, Ámbar C97 y otros

trigos duros y entre los trigos harineros en Marte M86, Eneida F94 y Bárcenas S2002. Previamente, Lr10 había sido postulado en 11 de 73 variedades liberadas de 1950 a 1988 en México (Singh y Rajaram; 1991; 1992; Singh, 1993) y en 10 de 48 genotipos de temporal (Huerta *et al.*, 2002).

Para estos dos genes ya existe virulencia en México y de manera especial Maya S2007 es susceptible en plántula a las razas MCJ/SP y MB J/SP (Singh, 1991; Huerta y Singh; 1996; Huerta y Singh, 2000) que son actualmente las más comunes en el Bajío y todas las áreas donde se siembra trigo bajo condiciones de riego y de temporal.

En planta adulta, Maya S2007 es resistente, alcanzando niveles máximos de infección de 20% en la hoja bandera de acuerdo a la escala modificada de Cobb (Peterson *et al.*, 1948) en respuesta a infecciones naturales en Texcoco, México y Celaya, Guanajuato en el ciclo primavera verano donde son comunes las razas MCJ/SP y MBJ/SP a las cuales Maya S2007 es susceptible en estado de plántula, lo que indica que esta nueva variedad basa su resistencia de campo en por lo menos dos genes de resistencia de planta adulta (Singh *et al.*, 2001). Estos genes de planta adulta son de efectos aditivos y confieren resistencia al enrollamiento lento (Singh *et al.*, 2001) y a la roya de la hoja; este tipo de resistencia es efectiva en contra de todas las razas que existen en México y otras partes del mundo donde se cultiva el trigo y protege en contra de las epifitias de roya hasta en 84% (Singh y Huerta–Espino, 1997). Se espera que este tipo de resistencia sea más duradera al no ejercer el patógeno una presión de selección.

De acuerdo con las características del cultivar Maya S2007, este trigo suave presenta parámetros de calidad comercial que aseguran su competitividad en el mercado, calidad industrial que asegura su aptitud para ser empleada en la elaboración de productos que demandan como materia prima harinas de gluten débil; y finalmente, propiedades de fuerza y extensibilidad del gluten que favorecen su empleo como mejorador de harinas de gluten fuerte tenaz.

### **2.7. La Resistencia de las Variedades a la Roya de la Hoja en Nuevo León.**

No obstante que Urbina S2007 y Maya S2007 han mostrado resistencia a la roya de la hoja, estas no han sido sembradas comercialmente en Nuevo León y su resistencia a la roya de la hoja, conferida por los genes Lr1, Lr23 y Lr10, seguramente por la alta incidencia de la roya de la hoja en Nuevo León, al igual que otras variedades estas dos de haberse introducido al estado ya habrían mostrado grados de susceptibilidad a las razas fisiológicas de la roya de la hoja existentes en Nuevo León.

Por lo anterior en las zonas productoras de trigo del estado de Nuevo León y en general del noreste de México, es necesario iniciar un programa de introducción dinámico de los ensayos internacionales del CIMMYT y de otras fuentes, para explorar dentro de la diversidad de líneas y variedades de trigos panaderos y duros, la posibilidad de encontrar y seleccionar líneas con resistencia a la roya de la hoja y con buen rendimiento de grano bajo las condiciones agroecológicas de la región mencionada.

## **2.8. Objetivo e Hipótesis.**

Considerando la problemática mencionada, los agricultores trigueros integrados en el Comité Estatal Sistema Producto Trigo, Nuevo León A. C., plantearon en el año 2008 al M. Sc. Fermín Montes Cavazos, director de la Corporación para el Desarrollo Agropecuario del Gobierno del Estado de Nuevo León, la urgente necesidad de iniciar un programa de producción de semilla para siembra de nuevas variedades de trigos panaderos y duros que presentaran tolerancia a la roya de la hoja, buen rendimiento y calidad de grano bajo las condiciones agroecológicas del estado de Nuevo León; esta necesidad fue atendida por el M Sc. Fermín Montes Cavazos y solicitó al Ph. D. Ciro G. S. Valdés Lozano, iniciar la tarea de investigación para este propósito. Como primer actividad, el 25 de Septiembre del 2008 se consultó al Dr. Julio Huerta Espino, fitopatólogo del programa global de trigo del CIMMYT, respecto a esta situación y considerando su recomendación el 27 de octubre del 2008 se solicitaron al Dr. Hans-Juachim Braun, Director del Programa Global de Trigo del CIMMYT, algunos viveros internacionales de trigo para evaluarlos en Nuevo León, por lo anterior el objetivo e hipótesis de la presente investigación de tesis de Maestría en Ciencias en Producción Agrícola, se dan a continuación:

### **2.8.1. Objetivo general:**

Realizar la evaluación por tolerancia a la roya de la hoja, rendimiento de grano y otras características agronómicas, de líneas experimentales nuevas e introducidas integradas en dos ensayos internacionales de trigos panaderos y uno también internacional de trigos duros, proporcionados por el CIMMYT.

## **2.8.2. Hipótesis**

Del objetivo anterior se derivan dos hipótesis:

### **2.8.2.1 Hipótesis 1:**

Al objetivo general anterior se asocia la hipótesis de que entre las líneas experimentales a evaluar, algunas de ellas podrán ser seleccionadas por presentar resistencia a la roya de la hoja y rendimiento de grano superior, o al menos igual pero no inferior a las variedades comerciales de trigo importantes en Nuevo León.

### **2.8.2.2. Hipótesis 2:**

Se podrá contar con nuevas líneas experimentales con tolerancia a la roya de la hoja y un rendimiento de grano superior a las variedades actualmente sembradas, con las cuales se podrá iniciar un programa de producción de semilla para siembra de trigo para las condiciones agroecológicas de Nuevo León, alternando siembras de multiplicación de semilla de estas líneas en el ciclo OI en las zonas bajas y en el ciclo PV en las zonas altas del estado de Nuevo León.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Materiales.

Los ensayos correspondientes a los viveros internacionales solicitados al CIMMYT para ensayarse en Nuevo León fueron los siguientes:

1.- Para temporal y Riego, el 16avo ensayo de rendimiento de trigos semiáridos, SAWYT por sus siglas en ingles. 16TH SEMI-ARID WHEAT YIELD TRIAL, con 39 líneas experimentales de trigo panadero y espacio para un testigo local, el cual fue la variedad Rebeca F2000, para un total de 40 tratamientos. El diseño experimental fue un látice 8 x 5, con dos repeticiones.

2.- Para riego el 29 ensayo de rendimiento de trigos elite de primavera, ESWYT, por sus siglas en ingles. 29TH ELITE SPRING WHEAT YIELD TRIAL, con 49 líneas experimentales de trigos panaderos y espacio para un testigo local que fue la variedad Rebeca F2000, para tener 50 tratamientos. El diseño Experimental fue un látice 10 x 5, con dos repeticiones

3. Para riego, el 40 IDYN de trigos duros, por su nombre en ingles. 40TH INTERNATIONAL DURUM YIELD NURSERY, con 49 líneas experimentales de trigos duros y espacio para un testigo local que fue la variedad Júpare C2001, para un total de 50 tratamientos. El diseño Experimental fue de látice 10 x 5, con dos repeticiones.

Las evaluaciones del germoplasma antes mencionado se efectuaron en los ciclos agrícolas de Otoño Invierno (OI) 2008 – 2009 y en el (OI) 2009 – 2010.

### **3.2. Métodos, Ciclo (OI) 2008 - 2009, Marín, N. L.**

#### **3.2.1 Establecimiento de los ensayos.**

Los tres ensayos se establecieron durante el Ciclo (OI) 2008 - 2009, en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en el municipio de Marín, N. L. en los 25° 53' de latitud norte y 100° 03' de longitud oeste, a una altura de 367 msnm. Las tablas de aleatorizaciones con números de parcelas en cada una de las dos repeticiones se presentan en los Cuadros 1, 2 y 3, para los ensayos del CIMMYT, 16 SAWYT, 29 ESWYT y 40 IDYN, respectivamente.

Cuadro 1. Repeticiones, número de parcelas y genealogía de 39 líneas de trigo panadero y REBECA como testigo del ensayo 16 SAWYT, CIMMYT, Marín, N. L. OI 2008 – 2009.

RE PI	REP II	Historia de cruza	Historia de selección
301	367	REBECA (Testigo regional)	
302	368	BERKUT	CMSS96M05638T-040Y-26M-010SY-010M-010SY-4M-0Y-011Y
303	353	CHAM 6	CM40096-8M-7Y-0M-0AP-0LBN
304	360	KLEIN CHAMACO	KLB103.71-20Y-8M-1100YK-0ARG
305	364	CHAKWAL 86	SWM4578-56M-3Y-3M-0Y-0PAK
306	378	DHARWAR DRY	-0IND
307	363	VOROBAY	CMSS96Y02555S-040Y-020M-050SY-020SY-27M-0Y
308	371	TOB/ERA//TOB/CNO67/3/PLO/4/VEE#5/5/KAUZ/6/PRL/SARA//TSI/VEE#5	CMSA00Y00581S-0P0Y-040M-040SY-030M-4ZTM-0ZTY-0M-0SY
309	346	TOB/ERA//TOB/CNO67/3/PLO/4/VEE#5/5/KAUZ/6/FRET2	CMSA00Y00582S-0P0Y-040M-040SY-030M-1ZTM-0ZTY-0M-0SY
310	359	TOB/ERA//TOB/CNO67/3/PLO/4/VEE#5/5/KAUZ/6/FRET2	CMSA00Y00582S-0P0Y-040M-040SY-030M-11ZTM-0ZTY-0M-0SY
311	379	PASTOR/WBLL1	CMSA00Y00587S-0P0Y-040M-040SY-030M-13ZTM-0ZTY-0M-0SY
312	355	PASTOR/3/KAUZ*2/OPATA//KAUZ/4/CHEN/AE.SQ//2*OPATA	CMSA00Y00679S-0P0Y-040M-040SY-030M-1ZTM-0ZTY-0M-0SY
313	373	PASTOR/3/KAUZ*2/OPATA//KAUZ/4/CHEN/AE.SQ//2*OPATA	CMSA00Y00679S-0P0Y-040M-040SY-030M-27ZTM-0ZTY-0M-0SY
314	342	FRAME//MILAN/KAUZ/3/PASTOR	CMSA00Y00806T-040M-0P0Y-040M-040SY-030M-11ZTM-0ZTY-0M-0SY
315	356	CROC. 1/AE.SQUARROSA (205)//BORL95/3/PRL/SARA//TSI/VEE#5/4/FRET2	CMSA00Y00817T-040M-0P0Y-040M-040SY-030M-10ZTM-0ZTY-0M-0SY
316	349	SHARP/3/PRL/SARA//TSI/VEE#5/5/VEE/LIRA//BOW/3/BCN/4/KAUZ	CMSA00Y00820T-040M-0P0Y-040M-040SY-030M-2ZTM-0ZTY-0M-0SY
317	358	SHARP/3/PRL/SARA//TSI/VEE#5/5/VEE/LIRA//BOW/3/BCN/4/KAUZ	CMSA00Y00820T-040M-0P0Y-040M-040SY-030M-7ZTM-0ZTY-0M-0SY
318	376	PASTOR/3/URES/JUN//KAUZ/4/WBLL1	CMSA00Y00865T-040M-0P0Y-040M-040SY-030M-6ZTM-0ZTY-0M-0SY
319	372	1455/2*PASTOR	CMSS99M01548M-040Y-0P0M-040SY-040M-040SY-11M-0ZTY-0M-0SY
320	377	CANADIAN/CUNNINGHAM//KENNEDY	CMSS99M01564T-040Y-0P0M-040SY-040M-040SY-16M-1ZTM-0ZTY-0M-0SY
321	350	494J6.11//TRAP#1/BOW/3/PASTOR	CMSW99WM01026S-040WM-040SY-040M-040SY-17M-4ZTM-0ZTY-0M-0SY
322	362	T.DICOCCON PI94625/AE.SQUARROSA (372)//3*PASTOR	CMSA01M00370T-040Y-27M-010Y-3ZTB-0SY
323	348	PRL/SARA//TSI/VEE#5/3/WBLL1	CMSA00M00067S-040P0M-040Y-030M-030ZTM-20ZTY-0M-0SY
324	366	CHIR3/4/SIREN//ALTAR 84/AE.SQUARROSA (205)/3/3*BUC/5/PFAU/WEAVER	CMSA00M00102S-040P0M-040Y-030M-030ZTM-12ZTY-0M-0SY
325	357	CHIR3/4/SIREN//ALTAR 84/AE.SQUARROSA (205)/3/3*BUC/5/PFAU/WEAVER	CMSA00M00102S-040P0M-040Y-030M-030ZTM-23ZTY-0M-0SY
326	352	KA/NAC//SERI/RAYON	CMSA00M00123S-040P0M-040Y-030M-030ZTM-21ZTY-0M-0SY
327	361	KA/NAC//SERI/RAYON	CMSA00M00123S-040P0M-040Y-030M-030ZTM-29ZTY-0M-0SY
328	375	WBLL1/6/TZPP*2/ANE//INIA/3/CNO67/JAR//KVZ/4/MN72252/5/SHI#4414/CROW	CMSA00M00139S-040P0M-040Y-030M-030ZTM-2ZTY-0M-0SY
329	345	BRBT2/METSO	CMSA00M00142S-040P0M-040Y-030M-030ZTM-17ZTY-0M-0SY
330	347	BETTY/3/CHEN/AE.SQ//2*OPATA	CMSW00WM00150S-040M-040Y-030M-030ZTM-3ZTY-0M-0SY
331	370	HXL7573/2*BAU//WBLL1	CMSA00Y00645S-0P0Y-040M-040SY-030M-9ZTY-0M-0SY
332	341	CROC. 1/AE.SQUARROSA (224)//OPATA/3/PASTOR	CMSA00Y00086S-0P0Y-040M-040SY-030M-13ZTY-0M-0SY
333	354	CROC. 1/AE.SQUARROSA (224)//OPATA/3/PASTOR	CMSA00Y00086S-0P0Y-040M-040SY-030M-18ZTY-0M-0SY
334	380	1447/PASTOR//KRICHAUFF	CMSA00Y00307T-040M-0P0Y-040M-040SY-030M-11ZTY-0M-0SY
335	344	PASTOR/MILAN//MILAN/SHA7	CMSS98M00638T-040Y-0100M-040Y-040M-030Y-22M-3Y-0M-0Y
336	369	PF70402/ALD//PAT72160/ALD/3/PEW/4/PASTOR/5/CBRD/BAU	CMSS99Y01252S-040Y-040M-030Y-030M-7Y-1M-0Y
337	365	SIRKUU/FINSI	CMSS99Y01499S-040Y-040M-030Y-030M-17Y-3M-0Y
338	351	JARU//SHA4/CHIL	CMSS00Y02769S-030Y-030M-030Y-5M-3M-0Y
339	343	JNRB.5/PIFED	CMSS99M00919S-0P0M-040SY-040M-040SY-10M-0ZTB-0SY-0WGMXI
340	374	OASIS/5*BORL95/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI75/3/AE.SQ/4/2*OCI	CMSS98Y04800S-020Y-030M-020Y-040M-31Y-1M-0Y-0WGMXI

Los números de tratamiento corresponden a los números de parcela de la primera repetición

Cuadro 2. Repeticiones, número de parcelas y genealogía de 49 líneas de trigo panadero y REBECA como testigo del ensayo 29 ESWYT, CIMMYT, Marín, N. L. OI 2008 – 2009.

REP I	REP II	Historia de cruce	Historia de selección
101	152	REBECA (Testigo regional)	
102	198	PBW343	CM85836-4Y-0M-0Y-8M-0Y-0IND
103	155	ROELFS F2007	CGSS00B00169T-099TOPY-099M-099Y-099M-9CEL-0B
104	183	PRL/2*PASTOR	CGSS97Y00034M-099TOPB-027Y-099M-099Y-099M-27Y-0B
105	170	MILAN/S87230//BAV92	CMSS97M03689T-040Y-030M-020Y-030M-015Y-28M-1Y-2M-0Y
106	185	SITE/MO//PASTOR/3/TILHI	CMSS97M03910T-040Y-020Y-030M-020Y-040M-44Y-2M-0Y
107	157	NAC/TH.AC//3*PVN/3/MIRLO/BUC/4/2*PASTOR	CMSS98Y01814M-040M-0100M-040Y-040M-030Y-17M-3Y-0M
108	190	MILAN/ARA90//TNMU/TUI	CMSS99Y03239T-040M-040Y-040M-030Y-030M-14Y-1M-1M-0Y
109	159	INQALAB 91*2/TUKURU	CGSS99B00015F-099Y-099M-099Y-099M-96Y-0B
110	160	OASIS/SKAUZ//4*BCN/3/2*PASTOR	CMSS00Y01881T-050M-030Y-030M-030WGY-33M-0Y
111	167	FRET2/TUKURU//FRET2	CGSS00B00158T-099TOPY-099M-099Y-099M-32CEL-0B
112	153	WBLL1*2/KKTS	CGSS01Y00050T-099M-099Y-099M-099M-14Y-0B-0WGY
113	196	WAXWING/4/SNI/TRAP#1/3/KAUZ*2/TRAP//KAUZ	CGSS01Y00134S-099Y-099M-099M-13Y-0B
114	151	OTUS/KKTS//KKTS	CMSS01Y03110T-030M-030WGY-030M-4Y-0M-0Y
115	171	BABAX/LR42//BABAX*2/4/SNI/TRAP#1/3/KAUZ*2/TRAP//KAUZ	CGSS01B00045T-099Y-099M-099M-099Y-099M-40Y-0B
116	189	BABAX/LR42//BABAX*2/3/KUKUNA	CGSS01B00048T-099Y-099M-099M-099Y-099M-30Y-0B
117	168	WAXWING*2/BRAMBLING	CGSS01B00053T-099Y-099M-099M-099Y-099M-49Y-0B
118	158	PAURAUQUE	CGSS01B00055T-099Y-099M-099M-099Y-099M-26Y-0B
119	162	FRANCOLIN #1	CGSS01B00056T-099Y-099M-099M-099Y-099M-14Y-0B
120	182	FRANCOLIN	CGSS01B00056T-099Y-099M-099M-099Y-099M-33Y-0B
121	188	GRACKLE #1	CGSS01B00057T-099Y-099M-099M-099Y-099M-13Y-0B
122	173	GRACKLE	CGSS01B00057T-099Y-099M-099M-099Y-099M-17Y-0B
123	176	WAXWING*2/TUKURU	CGSS01B00058T-099Y-099M-099M-099Y-099M-57Y-0B
124	199	WAXWING*2/TUKURU	CGSS01B00058T-099Y-099M-099M-099Y-099M-62Y-0B
125	187	WBLL1*2/BRAMBLING	CGSS01B00062T-099Y-099M-099M-099Y-099M-17Y-0B
126	174	WBLL1*2/BRAMBLING	CGSS01B00062T-099Y-099M-099M-099Y-099M-47Y-0B
127	180	WBLL1*2/BRAMBLING	CGSS01B00062T-099Y-099M-099M-099Y-099M-73Y-0B
128	197	WBLL1*2/BRAMBLING	CGSS01B00062T-099Y-099M-099M-099Y-099M-87Y-0B
129	193	BECARD #1	CGSS01B00063T-099Y-099M-099M-099Y-099M-5Y-0B
130	161	TACUPETO F2001*2/BRAMBLING	CGSS01B00069T-099Y-099M-099M-099Y-099M-47Y-0B
131	154	MUU #1	CGSS01B00076T-099Y-099M-099B-40Y-0B
132	178	MUU	CGSS01B00076T-099Y-099M-099B-61Y-0B
133	181	ELVIRA/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI75/3/AE.SQ/4/2*OCI	CMSS01M00172S-030M-1Y-0M-0Y
134	166	THELIN/3/BABAX/LR42//BABAX/4/BABAX/LR42//BABAX	CGSS02Y00083T-099B-099B-099Y-099M-16Y-0B
135	169	THELIN#2//ATTILA*2/PASTOR/3/PRL/2*PASTOR	CGSS02Y00096T-099B-099M-099Y-099M-42Y-0B
136	192	KIRITATI//PBW65/2*SERI.1B	CGSS02Y00139S-099M-099Y-099M-11Y-0B
137	200	KIRITATI//PRL/2*PASTOR	CGSS02Y00141S-099M-099Y-099M-2Y-0B
138	164	KIRITATI//PRL/2*PASTOR	CGSS02Y00141S-099M-099Y-099M-20Y-0B
139	172	KIRITATI//HUW234+LR34/PRINIA	CGSS02Y00144S-099M-099Y-099M-39Y-0B
140	195	KIRITATI/WBLL1	CGSS02Y00151S-099M-099Y-099M-10Y-0B
141	177	PFAU/SERI.1B//AMAD/3/WAXWING	CGSS02Y00153S-099M-099Y-099M-46Y-0B
142	194	PFAU/MILAN//FISCAL	CMSS02M00051S-030M-9Y-0M-0Y
143	175	SKAUZ*2/FCT//FISCAL	CMSS02M00098S-030M-10Y-0M-0Y
144	186	VEE/PJN//KAUZ/3/PASTOR/4/FISCAL	CMSS02M00145S-030M-16Y-0M-0Y
145	163	PRL/2*PASTOR/3/MILAN/KAUZ//CHIL/CHUM18	CMSS02M00164S-030M-12Y-0M-0Y
146	156	SW89.5193/KAUZ/3/CHIBIA//PRLII/CM65531	CMSS02M00194S-030M-4Y-0M-0Y
147	184	MUNIA/CHTO/3/PFAU/BOW//VEE#9/4/CHEN/AEGILOPS (TAUS)//BCN/5/BABAX/LR42//BABAX	SQUARROSA CMSS02M00215S-030M-5Y-0M-0Y
148	191	VORB/FISCAL	CMSS02M00393S-030M-11Y-0M-0Y
149	165	CHIBIA//PRLII/CM65531/3/FISCAL	CMSS02M00406S-030M-4Y-0M-0Y
150	179	CHIBIA//PRLII/CM65531/3/SKAUZ/BAV92	CMSS02M00408S-030M-13Y-0M-0Y

Los números de tratamiento corresponden a los números de parcela de la primera repetición

Cuadro 3. Repeticiones, número de parcelas y genealogía de 49 líneas de trigo cristalino y JÚPARE como testigo del ensayo 40 IDYN, CIMMYT, Marín, N. L. OI 2008 - 2009.

Par I	Par II	GENEALOGIA	GENEALOGIA
701	796	Júpate (T)	
702	754	MEXICALI 75	CM470-1M-3Y-0M
703	760	YAVAROS 79	CM9799-126M-1M-5Y-0M
704	767	ALTAR 84	CD22344-A-8M-1Y-1M-1Y-2Y-1M-0Y
705	791	STOT//ALTAR 84/ALD	CD91Y636-1Y-040M-030Y-1M-0Y-0B-1Y-0B
706	761	GUANAY/3/STOT//ALTAR 84/ALD	CDSS99Y00350S-0M-0Y-28Y-0M-0Y-2M-0Y
707	755	AINZEN 1//PLATA 6/GREEN 17	CDSS99B00315S-0M-0Y-66Y-0M-0Y-2M-0Y
708	780	CBC 509 CHILE/3/AUK/GUIL//GREEN	CDSS99B00446S-0M-0Y-9Y-0M-0Y-1B-0Y
709	795	CBC 509 CHILE/SOMAT 3.1//WODUCK/CHAM 3	CDSS99B01169T-0TOPY-0M-0Y-1Y-0M-0Y-2M-0Y
710	771	BCRIS/BICUM//LLARETA INIA/3/DUKEM 12/2*RASCON 21	CDSS99B01189T-0TOPY-0M-0Y-36Y-0M-0Y-2M-0Y
711	757	BCRIS/BICUM//LLARETA INIA/3/DUKEM 12/2*RASCON 21	CDSS99B01189T-0TOPY-0M-0Y-81Y-0M-0Y-1M-0Y
712	777	ALTAR 84/STINT//SILVER 45/3/GUANAY/4/GREEN 14//YAV 10/AUK	CDSS99B01260T-0TOPY-0M-0Y-30Y-0M-0Y-1B-0Y
713	794	ALTAR 84/BINTEPE 85/3/ALTAR 84/STINT//SILVER 45/4/LHNKE/RASCON/CONA-D	CDSS99B01265T-0TOPY-0M-0Y-12Y-0M-0Y-1M-0Y
714	774	LLARETA INIA/YEBAS 8/3/MINIMUS 6/PLATA 16//IMMER	CDSS00Y01047T-0TOPB-5Y-0BLR-1Y-0B-0Y-1B-0Y
715	799	TRN//21563/AA/3/BD2080/4/BD2339/5/RASCON 37/TARRO 2//RASCON 37/6/AUK/GUIL//GREEN	CDSS00B00364T-0TOPY-0B-2Y-0M-0Y-1B-0Y
716	800	SNITAN/3/RASCON 37/TARRO 2//RASCON 37/4/STOT//ALTAR 84/ALD	CDSS01Y01040T-0TOPB-84Y-0M-0M-0M-0Y
717	765	RASCON 22/RASCON 21//MOJO 2/3/GUANAY/4/RCOL/5/SORA/2*PLATA 12//SOMAT 3	CDSS01B00292S-0Y-0M-34Y-0Y
718	786	SOMAT 4/INTER 8/3/EUPODA 3/SLA 2//MINIMUS	CDSS01B00481S-0Y-0M-3Y-0Y
719	752	ACO89/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/YAV 1/6/ARDENTE/7/HUI/YAV79/8/POD 9	CDSS02Y00114S-0Y-0M-7Y-0Y
720	763	LILE/3/SORA/2*PLATA 12//SOMAT 3	CDSS02Y00214S-0Y-0M-5Y-0Y
721	798	ADAMAR 15//ALBIA 1/ALTAR84/3/SNITAN/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/YAV 1/6/A RDENTE/7/HUI/YAV79/8/POD 9	CDSS02Y00287S-0Y-0M-10Y-0Y
722	759	GREEN 2/HIMAN 12//SHIP 17//ECO/CMH76A.722//YAV/3/ALTAR84/4/AJAJIA 2/5/KJOVE 1/6/MALM UK 1/SERRATOR 1	CDSS02Y00294S-0Y-0M-25Y-0Y
723	784	HAI-OU 17/PLATA 2//LIRO 3/3/RYP27 3/SKARV 3	CDSS02Y00332S-0Y-0M-26Y-0Y
724	788	SORA/2*PLATA 12//RASCON 37/4/YAZI 1/AKAKI 4//SOMAT 3/3/AUK/GUIL//GREEN	CDSS02Y00369S-0Y-0M-16Y-0Y
725	789	PLATA 6/GREEN 17//SNITAN/4/YAZI 1/AKAKI 4//SOMAT 3/3/AUK/GUIL//GREEN	CDSS02Y00369S-0Y-0M-16Y-0Y
726	797	PLATA 6/GREEN 17//SNITAN/4/YAZI 1/AKAKI 4//SOMAT 3/3/AUK/GUIL//GREEN	CDSS02Y00369S-0Y-0M-16Y-0Y
727	764	TOSKA 26/RASCON 37//SNITAN/4/ARMENT//SRN 3/NIGRIS 4/3/CANELO 9.1	CDSS02Y00395S-0Y-0M-23Y-0Y
728	781	1A.1D 5+10-6/3*MOJO//RCOL/3/SNITAN/SOMAT 3//FULVOUS 1/MFOWL 13	CDSS02Y00405S-0Y-0M-18Y-0Y
729	770	1A.1D 5+10-6/3*MOJO//RCOL/4/ARMENT//SRN 3/NIGRIS 4/3/CANELO 9.1	CDSS02Y00408S-0Y-0M-4Y-0Y
730	772	HYDRANASSA30/SILVER 5//LYMNO 8/3/PATKA 7//YAZI 1/4/YAZI 1/AKAKI 4//SOMAT 3/3/AUK/G UIL//GREEN	CDSS02Y00413S-0Y-0M-21Y-0Y
731	785	ARMENT/4/2*SKEST//HUI/TUB/3/SILVER/5/TILO 1/LOTUS 4	CDSS02Y00524S-0Y-0M-6Y-0Y
732	776	HUBEI//SOOTY 9/RASCON 37/3/2*SOOTY 9/RASCON 37/4/SOOTY 9/RASCON 37	CDSS02Y00586S-0Y-0M-10Y-0Y
733	793	BRAK 2/AJAJIA 2//SOLGA 8/3/CANELO 8//SORA/2*PLATA 12/4/YAZI 1/AKAKI 4//SOMAT 3/3/AU K/GUIL//GREEN	CDSS02Y00763T-0TOPB-0Y-0M-4Y-0Y
734	762	ISLA/CANELO 9/3/2*STOT//ALTAR 84/ALD	CDSS02Y01130T-0TOPB-0Y-0M-12Y-0Y
735	792	RISSA/GAN//POHO 1/3/PLATA 3//CREX/ALLA/4/STOT//ALTAR84/ALD/5/ARMENT//SRN 3/NIGRIS 4/3/CANELO 9.1	CDSS02Y01145T-0TOPB-0Y-0M-16Y-0Y
736	751	ADAMAR 15//ALBIA 1/ALTAR 84/3/SNITAN/4/SOMAT 4/INTER 8/5/SOOTY 9/RASCON 37	CDSS02Y01159T-0TOPB-0Y-0M-1Y-0Y
737	778	AVTA/ALTAR84/5/CHEN/ALTAR84/3/HUI/POC//BUB/RUFO/4/FNFOOT/6/SORA/2*PLATA 12//SOMA T 3/7/SOOTY 9/RASCON 37	CDSS02Y01178T-0TOPB-0Y-0M-4Y-0Y
738	756	BISU 1//CHEN 1/TEZ/3/HUI//CIT71/CII/4/RCOL/6/2*CHEN 1/TEZ/3/GUIL/CIT71/CII/4/SORA/PLATA 12/5/STOT//ALTAR 84/ALD	CDSS02Y01195T-0TOPB-0Y-0M-77Y-0Y
739	768	LHNKE/HCN//PATA 2/3/CAMAYO/5/CREX/BOY/YAV 1/3/PLATA 6/4/PORRON 11	CDSS02Y01197T-0TOPB-0Y-0M-7Y-0Y
740	783	CNDO/PRIMADUR//HAI-OU 17/3/SNITAN/4/STOT//ALTAR 84/ALD/5/CNDO/PRIMADUR//HAI- OU 17/3/SNITAN	CDSS02Y01208T-0TOPB-0Y-0M-22Y-0Y
741	775	CBC 509 CHILE//2*TILO 1/LOTUS 4	CDSS02Y01221T-0TOPB-0Y-0M-9Y-0Y
742	790	CBC509CHILE//SOOTY 9/RASCON 37/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/YAV 1/6/ARDE NTE/7/HUI/YAV79/8/POD 9	CDSS02Y01233T-0TOPB-0Y-0M-26Y-0Y
743	773	SOMAT 4/INTER 8/6/CHEN 1/TEZ/3/GUIL/CIT71/CII/4/SORA/PLATA 12/5/STOT//ALTAR 84/ALD/7/DON87/TARRO 1	CDSS02Y01274T-0TOPB-0Y-0M-5Y-0Y
744	787	SORA/2*PLATA 12//SOMAT 3/6/CHEN 1/TEZ/3/GUIL/CIT71/CII/4/SORA/PLATA 12/5/STOT//ALTA R84/ALD/7/RASCON 39/TILO 1	CDSS02Y01282T-0TOPB-0Y-0M-12Y-0Y
745	758	PASITO 15/CHEN 6//SOMAT 4/INTER 8/3/HUI/YAV79//DON87	CDSS02Y01289T-0TOPB-0Y-0M-23Y-0Y
746	769	STR/4/JO69/3/JO69/CRA//CIT71/5/ALTAR84/AOS/6/ENTE/MEXI 2//HUI/3/YAV 1/GEDIZ/7/SOMAT 4/ INTER 8/8/INTER 8/SILVER 2	CDSS02Y01292T-0TOPB-0Y-0M-8Y-0Y
747	782	SOOTY 9/RASCON 37/3/STOT//ALTAR 84/ALD	CGSS02Y00002S-2F1-48Y-0B-11Y-0B-2Y-0B
748	766	SOOTY 9/RASCON 37//SOMAT 3.1	CGSS02Y00003S-1F1-34Y-0B-5Y-0B-1Y-0B
749	779	SOOTY 9/RASCON 37//CAMAYO	CGSS02Y00004S-2F1-32Y-0B-5Y-0B-2Y-0B
750	753	SOOTY 9/RASCON 37//STORLOM	CGSS02Y00006S-2F1-43Y-0B-9Y-0B-2Y-0B

Los números de tratamiento corresponden a los números de parcela de la primera repetición

En el primer ensayo de trigos panaderos para zonas semiáridas (29 ESWYT, CIMMYT) así como en el segundo de trigos panaderos élite de primavera (29 ESWYT, CIMMYT) se utilizó la variedad Rebeca F2000 como testigo regional y en el tercero de trigos duros o cristalinos (40 IDYN, CIMMYT), el testigo regional fue la variedad Jupare C2001.

El ensayo 16 SAWYT fue replicado para tenerlo bajo dos condiciones de humedad, la primera bajo riego total y la segunda sólo con un riego. Los dos ensayos fueron sembrados el 16 de diciembre del 2,008, en un suelo que fue preparado con arado, subsuelo, rastra, y cinco cruas, se dio el riego de siembra y posteriormente debido a que la humedad del primer riego se había perdido, se realizó la siembra tanto del ensayo bajo riego como en el de punta de riego, dándose un riego posterior a los dos días después de la siembra, no se regó nuevamente el ensayo bajo punta de riego y al de riego se le suministraron dos riegos más, cada uno de aproximadamente 10 cm de lámina de riego, no se fertilizó ninguno de los dos ensayos. Se hicieron aplicaciones de herbicida 2-4-D para el control de malezas, no se aplicaron riegos adicionales al ensayo de punta de riego y dos riegos mas al de riego, se dio una labor de cultivo a los dos ensayos. La cosecha de ambos ensayos se efectuó del 14 al 16 de abril del 2009.

Ambos ensayos se establecieron bajo un diseño experimental de látice 10 x 5, con dos bloques o repeticiones para un total de 50 tratamientos por bloque, haciendo un total de 100 parcelas por cada ensayo de un surco de 5m x 0.5m o 2.5 m<sup>2</sup>. De los 50 tratamientos, 49 fueron líneas experimentales y los testigos locales fueron la variedad

Rebeca F2000 y Júpare C2001 respectivamente para los ensayos de trigos panaderos y el de duros.

Los ensayos 16 SAWYT, 29<sup>TH</sup> ESWYT y 40<sup>TH</sup> IDYN, fueron sembrado el 16 de diciembre del 2008 con una máquina para siembra experimental, en surcos a 50 cm de 5 m de largo como unidad experimental y a una densidad de siembra de 150 Kg/ha. El suelo fue preparado con subsuelo, arado y cinco pasos de rastra, se dio el riego de siembra y posteriormente debido a que la humedad del primer riego se había perdido, se realizó la siembra y a los dos días después se dio un riego; el experimento no se fertilizó. Se hicieron aplicaciones de herbicida 2-4-D para el control de malezas, se dio una labor de cultivo a los dos ensayos. La cosecha de ambos ensayos se efectuó del 14 al 16 de abril del 2009 y la trilla durante los meses de mayo a octubre debido a que se utilizó una trilladora de plantas individuales, se contaron las espigas cosechadas en cada unidad experimental al momento de la trilla.

### **3.2.2. Variables medidas.**

1) Reacción a la roya de la hoja.

Se programó medirla mediante la escala de (Gilchrist *et al* 2005), en tres etapas de desarrollo, antes del espigamiento, en estado de buche y al final de la floración.

2) Días a floración después de la siembra.

Se contabilizaron los días a partir de la fecha de siembra hasta cuando se tenía la parcela experimental de cada tratamiento con el 50% de las plantas completamente espigadas.

3) Altura de planta en cm.

Cuando las plantas habían alcanzado la madurez fisiológica, a mitad de la parcela experimental se midió la altura de la planta del suelo a la base de la espiga, seguida de dos lecturas más a un metro a la izquierda y a la derecha de la posición de la primera lectura, se obtuvo el promedio y se expresó en cm.

4) Peso de grano en gramos por parcela de un surco de 5 m x 0.5m ó 2.5 m<sup>2</sup>.

Inmediatamente después de contar el número de tallos por parcela, se procedió a cortar las plantas de cada una de las parcelas de un surco de 5 x 0.5 m o 2.5 m<sup>2</sup>, se ataron, se depositaron en un costal y se llevaron a la trilla en una máquina trilladora de plantas individuales, se hicieron manojos pequeños y se fueron trillando, el grano se depositó en una bolsa de papel y se pesó, el peso se registró en gramos por parcela.

5) Número de espigas por parcela de 5 x 0.5 m o 2.5 m<sup>2</sup>.

Para obtener esa variable antes de desgranar cada ensayo, se contaron el total de espigas en cada costal en el que se pusieron todas las plantas cosechadas de cada parcela experimental.

### **3.2.3. Análisis estadístico.**

El análisis de varianza del peso de grano en gramos por parcela se efectuó bajo el diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones. Al encontrar diferencia significativa entre tratamientos para el rendimiento de grano por parcela, (Olivares 2004)<sup>a</sup>, se procedió a la comparación de las medias por parcela del peso de grano, se utilizó la DMS de rangos (Valdés, LCGS 2008) y también la prueba de Dunnett (Steel y

Torrie, 1980), ambas para comparar respecto al testigo para definir que líneas fueron superiores, iguales o inferiores a las variedades Rebeca F2000 y Jupare C2001, respectivamente en los ensayos 16 SAWYT, 29<sup>TH</sup> ESWYT y 40<sup>TH</sup> IDYN. Para estos análisis estadísticos se utilizó el paquete de cómputo de diseños experimentales FAUANL (Olivares 2004)<sup>b</sup>. Se corrió también un análisis de vecindad cercana utilizando el paquete estadístico SPSS. Para el resto de las variables sólo se obtuvo la media de las dos repeticiones con el paquete de Microsoft Excel.

La prueba de Dunnett permitió calcular un valor crítico ( $d'$ ) para declarar si la media de un tratamiento es diferente a la media del testigo utilizado en cada ensayo, donde:

$d' = (\text{media del tratamiento} - \text{media del testigo}) - t_{\alpha(0.5)} (\text{Dunnett}) \sqrt{2\text{CME}/r}$ ,  $\infty$  para el caso de una prueba de una cola (Steel y Torrie, 1980).

### **3.3. Métodos, San Isidro, Los Ramones, N. L. Ciclo OI 2009-2010**

#### **3.3.1. Establecimiento de los ensayos**

El Ciclo OI 2009 – 2010 se llevó a cabo en la localidad de San Isidro, Municipio de Los Ramones, N. L., la cual se encuentra ubicado en la región centro oriental del estado de Nuevo León, con las coordenadas 25°42' latitud norte y 99°37' de longitud oeste, a una altitud de 226 metros sobre el nivel del mar. El 27 de noviembre del 2010 se establecieron cinco ensayos, con líneas seleccionadas en el ciclo OI 2008 - 2009 por rendimiento respecto a un testigo de trigo en Marín N. L., dos ensayos fueron integrados con trigos panaderos y tres con trigos duros.

### **3.3.2. Experimentos 01 y 02 de trigos panadero. San Isidro, Los Ramones, N. L. Ciclo OI 2009 - 2010.**

Las 19 líneas de trigos panaderos seleccionados por rendimiento se identificaron con una nueva genealogía integrada por el nombre del ensayo y los números de las parcelas en las repeticiones I y II del ensayo original, lo que permitió conocer la genealogía original, estas líneas se distribuyeron en los experimentos 01 y 02, bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y se sembraron en la localidad de San Isidro, Los Ramones, N. L. a tierra venida el 27 de noviembre del 2009 en parcelas de un surco de 5 x 0.6 m o 3 m<sup>2</sup>.

En el experimento 01 se tuvieron 14 tratamientos: 10 líneas de trigo panadero provenientes cinco del ensayo 16<sup>TH</sup> SAWYT y cinco del ensayo 29<sup>TH</sup> ESWYT y las cuatro variedades comerciales más sembradas como testigos regionales Rebeca F2000, Rayón F89, Norteña F2007 y Monarca F2007 introducidas a siembras comerciales en el 2009 en Nuevo León. En el experimento 02 se incluyeron 13 tratamientos: 9 líneas de trigo panadero provenientes del ensayo 29<sup>TH</sup> ESWYT y los mismos cuatro testigos del experimento 01. Los experimentos 01 y 02 se establecieron bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y sus tablas de aleatorización se dan en los cuadros 4 y 5.

**Cuadro 4. Experimento 01. Líneas de trigo panadero seleccionadas en los ensayos 16 SAWY y 29 ESWYT, y sembradas en San Isidro, Los Ramones N. L. el 27 de Noviembre del 2009.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Genealogía</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
1	317 – 358 (16 SAWYT)	1	20	34	46
2	322 – 362	2	23	40	50
3	318 – 376	3	27	29	48
4	320 – 377	4	21	35	52
5	331 – 370	5	16	41	54
6	124 – 199 (29 ESWYT)	6	24	42	43
7	122 – 173	7	15	30	53
8	147 – 184	8	26	36	44
9	148 – 191	9	17	31	51
10	125 – 187	10	28	37	45
11	Rebeca F2000	11	18	32	55
12	Rayón F89	12	22	38	47
13	Norteña F2007	13	19	33	49
14	Monarca F2007	14	25	39	56

**Cuadro 5. Experimento 02. Líneas de trigo panadero seleccionadas en los ensayos 16 SAWY y 29 ESWYT, y sembradas en San Isidro, Los Ramones N. L. el 27 de Noviembre del 2009.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Genealogía</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
1	123 – 176(29 ESWYT)	1	15	33	52
2	143 – 175	2	19	35	40
3	150 – 179	3	21	39	47
4	142 – 194	4	17	32	44
5	121 – 188	5	18	31	49
6	133 – 181	6	14	29	45
7	145 – 163	7	22	27	42
8	128 – 197	8	24	38	51
9	146 – 156	9	25	37	46
10	Rebeca F2000	10	26	36	50
11	Rayón F89	11	23	34	48
12	Norteña F2007	12	20	28	43
13	Monarca F2007	13	16	30	41

**3.3.3. Experimentos 03, 04 y 05 de trigos duros, San Isidro, Los Ramones, N. L. Ciclo OI 2009 - 2010.**

Los experimentos 03, 04 y 05 de trigos duros, tuvieron respectivamente 10, 10 y 9 líneas experimentales, y tres testigos comerciales que fueron Júpare C2001, Samayoa C2004 y Banamichi C2004, para integrar 13, 13 y 12 tratamientos respectivamente bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones con la unidad experimental de un surco de 5 x 0.6 m o 3.0 m<sup>2</sup>, la fecha de siembra fue el 27 de noviembre del 2009 a tierra venida. Las aleatorizaciones se dan en los cuadros 6, 7 y 8.

**Cuadro 6. Experimento 03. Líneas de trigo duro seleccionadas en el ensayo 40 IDYN y sembradas en San Isidro, Los Ramones N. L. el 27 de Noviembre del 2009.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Genealogía</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
1	733 – 793 (40IDYN)	1	20	27	40
2	707 – 755	2	14	31	52
3	723 – 784	3	26	39	50
4	745 – 758	4	16	28	43
5	713 – 794	5	15	33	51
6	738 – 756	6	26	37	46
7	739 – 768	7	24	35	41
8	731 – 785	8	21	29	42
9	712 – 777	9	23	38	49
10	702 – 754	10	22	36	47
11	Júpare C2001	11	19	30	44
12	Banamichi C2004	12	18	32	45
13	Samayoa C2004	13	17	34	48

**Cuadro 7. Experimento 04. Líneas de trigo duro seleccionadas en el ensayo 40 IDYN y sembradas en San Isidro, Los Ramones N. L. el 27 de Noviembre del 2009.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Genealogía</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
1	749 – 779 (40IDYN)	1	16	27	46
2	727 – 764	2	14	31	52
3	746 – 769	3	17	28	40
4	747 – 782	4	15	33	42
5	708 – 780	5	18	30	41
6	722 – 759	6	19	37	51
7	706 – 761	7	26	38	48
8	730 – 772	8	24	36	50
9	734 – 762	9	25	34	49
10	703 – 760	10	22	35	47
11	Júpare C2001	11	21	29	43
12	Banamichi C2004	12	20	32	44
13	Samayoa C2004	13	23	39	14

**Cuadro 8. Experimento 05. Líneas de trigo duro seleccionadas en el ensayo 40 IDYN y sembradas en San Isidro, Los Ramones N. L. el 27 de Noviembre del 2009.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Genealogía</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
1	725 – 789 (40IDYN)	1	18	36	44
2	716 – 800	2	13	31	37
3	719 – 752	3	15	28	48
4	714 – 774	4	24	35	45
5	726 – 797	5	23	30	38
6	718 – 786	6	22	34	47
7	743 – 773	7	14	27	39
8	744 – 787	8	21	33	46
9	711 – 757	9	19	25	40
10	Júpare C2001	10	20	32	43
11	Samayoa C2004	11	16	29	41
12	Banamichi C2004	12	17	26	42

### 3.3.4. Variables medidas.

Las variables medidas fueron las siguientes:

1) Reacción a la roya de la hoja.

Se midió utilizando la escala de (Gilchrist *et al*; 2005), en tres etapas de desarrollo, antes del espigamiento, en estado de buche y al final de la floración.

2) Días a floración después de la siembra.

Se contabilizaron los días a partir de la fecha de siembra hasta cuando se tenía la parcela experimental de cada tratamiento con el 50% de las plantas completamente espigadas,

3) Altura de planta en cm.

Cuando las plantas habían alcanzado la madurez fisiológica, a mitad de la parcela experimental se midió la altura de la planta del suelo a la base de la espiga, seguida de dos lecturas más a un metro a la izquierda y a la derecha de la posición de la primera lectura, se obtuvo el promedio y se expresó en cm.

4) Número de tallos por parcela de 3 m<sup>2</sup>.

Al momento previo a la cosecha se contaron los tallos a lo largo de una longitud de 0.5 m, para luego al multiplicar por diez obtener el total de tallos a lo largo de la parcela de 5m x 0.6 m o 3 m<sup>2</sup>.

5) Peso de grano en gramos por parcela de 3 m<sup>2</sup>.

Se procedió a cortar las plantas a lo largo del surco, registrando la longitud cosechada en cada parcela experimental, para posteriormente a su desgrane poder ajustar el rendimiento del grano a un tamaño de parcela de 5 x 0.6 m o 3 m<sup>2</sup>. Las plantas

cosechadas, se ataron, se depositaron en un costal y se llevaron a la trilla con una maquina trilladora de plantas individuales, se hicieron manojos pequeños y se fueron trillando gradualmente, el grano se depositó en un bolsa de papel y se pesó, el peso se registró en gramos por parcela y dependiendo de la longitud cosechada posteriormente se ajustó el rendimiento del grano a un tamaño de parcela de 5 x 0.6 m. o 3 m<sup>2</sup>

### **3.3.5. Análisis estadístico**

Sólo se analizó el rendimiento de grano por parcela útil mediante un análisis de covarianza con la variable de número de tallos por parcela. El análisis se efectuó bajo el diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y cuando se detectó diferencia significativa entre tratamientos se utilizó la comparación de medias mediante la diferencia mínima significativa (DMS), estos análisis se efectuaron con el paquete de cómputo de Diseños Experimentales FAUANL de Olivares (2004)<sup>b</sup>. La comparación de las líneas experimentales se hizo respecto a la variedad testigo comercial de mayor rendimiento, para lo cual se utilizó la DMS en la modalidad de rangos (Valdés, LCGS 2008) y la prueba de Dunnett (Steel y Torrie, 1980).

### **3.4 Métodos Incremento de semilla de líneas seleccionadas Ciclo PV 2009 - 2010 La Trinidad, Galeana, N. L., y Ciclo OI 2010 - 2011 Anáhuac N. L. y San Isidro, Los Ramones, N. L.**

#### **3.4.1 Métodos Ciclo PV 2009 - 2010 La Trinidad, Galeana, N. L.**

Las 16 líneas de trigo experimentales seleccionadas, 10 de panaderos y 6 de duros, con tolerancia a la roya de la hoja, fueron sembradas el 7 y 8 de diciembre del 2010., en esta localidad. Se utilizó una sembradora neumática para sembrar la primera línea en una parcela de 4 surcos a 0.8 m de aproximadamente unos 70 m, posteriormente el resto de las líneas fueron sembradas con una sembradora MP-25 en parcelas de tres surcos a 0.8 m, debido a la forma triangular de terreno, la longitud de las parcelas fue de mayor a menor, siendo la última de una longitud aproximada de 30 m. Las líneas se calificaron por tipo agronómico en base a una escala de 5 = Mala, 4 = Regular, 3 = Buena, 2 = Muy Buena y 1 = Excelente, luego se cortaron y cosecharon en costales del 25 al 29 de octubre, en tanto se consiguió prestada por el Dr. Víctor Zamora Villa del programa de cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buena Vista, Saltillo, Coahuila, una máquina desgranadora tipo Pullman con la cual se trillaron el 4 de noviembre del 2010.

#### **3.4.2 Métodos Ciclo OI 2010 - 2011 San Isidro, Los Ramones, N. L.**

Con la semilla de las 16 líneas cosechada en La Trinidad, Galeana, N. L., el 7 y 8 de diciembre con una máquina sembradora de granos finos John Deere de 32 salidas, se sembraron en seco parcelas de incremento en melgas de 100 x 14 m en San Isidro, Los Ramones, N. L. Las parcelas se separaron sembrando primero las 10 de trigos panaderos y en frente de estas las parcelas de los 6 trigos duros. El primer riego fue el 12 de diciembre del 2010.

### **3.4.3 Métodos Ciclo OI 2010 - 2011 Anáhuac, N. L.**

Con la semilla de incremento en La trinidad, Galeana, N. L. de las 10 líneas seleccionadas de trigos panaderos y las 6 de trigos duros, el 15 de diciembre del ciclo OI 2010 – 2011 se sembraron con cuatro sembradoras MP-25 John Deere en seco, en parcelas de incremento de semilla de 8 surcos de 80 m, sólo una línea fue de 4 surcos. El primer riego fue el 20 de diciembre del 2010.

## IV. RESULTADOS

### 4. 1. CICLO OI 2008 - 2009, Marín N. L.

#### 4.1.1. Trigos panaderos y duros, Marín, N. L., Ciclo OI 2008 - 2009

#### 4.1.2. Ciclo OI 2008 - 2009, Marín N. L. ensayo 16<sup>th</sup> SAWYT de trigos panaderos bajo riego

En el Cuadro 9 se presenta el análisis de varianza del ensayo 16<sup>th</sup> SAWYT bajo riego, para el rendimiento de grano por parcela de 2.5 m<sup>2</sup>. Se observa que no se presentó diferencia significativa entre los tratamientos para las medias, para la variable de rendimiento de grano por parcela de 2.5 m<sup>2</sup> y si entre los bloques, lo que indicó que los bloques cumplieron su función.

Cuadro 9. Análisis de varianza del ensayo 16<sup>th</sup> SAWYT bajo riego.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	39	617803.0	15841.1	1.5646	0.083 NS
BLOQUES	1	321185.0	321185.0	31.7221	0.000 **
ERROR	39	394873.0	10124.9		
TOTAL	79	1333861.0			

C.V. = 22.24%, NS = No significativo, \*\*= altamente significativo

Considerando los resultados del análisis de varianza no se procedió a la comparación de medias de rendimiento de grano por parcela de 2.5 m<sup>2</sup>, sin embargo éstas se ordenaron de mayor a menor para comparar numéricamente respecto a la variedad testigo Rebeca F 2000.

En la Cuadro 10 se presentan las medias del peso de grano por 2.5 m<sup>2</sup> respecto a la variedad testigo Rebeca F2000 y se observa que cinco de las líneas experimentales fueron numéricamente superiores a Rebeca y el resto de las líneas fueron numéricamente inferiores a Rebeca F2000, por lo que estos resultados permiten considerar que estas cinco nuevas líneas podrían tener un potencial de rendimiento de grano superior a la variedad Rebeca F2000, y pueden ser seleccionadas para llevarlas a la producción. Sin embargo, debido a que no se presentaron las condiciones favorables para que incidiera la roya de la hoja, no fue posible la evaluación de las líneas por tolerancia a esta enfermedad, por lo que las nuevas líneas experimentales que superaron en rendimiento a Rebeca F2000, requerirían ser evaluadas bajo un ambiente donde exista la certeza de que la roya de la hoja pueda infectar las líneas que sean susceptibles y con ello conocer el grado de tolerancia a esta enfermedad de aquellas no que no fueron infectadas.

En la cuadro 11 se presenta el rendimiento de grano estimado en g/parcela de 2.5 m<sup>2</sup> de las cinco líneas que fueron numéricamente superiores a Rebeca F2000 así como el de ésta variedad testigo, incluyendo otros caracteres agronómicos. Se observa que una de las líneas en cuanto a días a la floración es más precoz que Rebeca F2000, que prácticamente éstas líneas superiores son semejantes en altura de planta a Rebeca F2000 y que el rendimiento no fue alto, lo que se puede explicar debido a que no se fertilizó.

Cuadro 10. Medias de peso de grano por 2.5 m<sup>2</sup> de 39 tratamientos (líneas experimentales de trigo panadero para zonas semiáridas) y la variedad testigo REBECA F2000, bajo riego. Ensayo 16 SAWYT, FAUANL, Marín, N. L., OI 2008 – 2009.

Tratamiento	Promedio g. / parcela	Tratamiento	Promedio
17	671,20	14	459,65
18	613,05	3	448,80
22	587,40	11	448,00
24	552,15	15	441,45
10	526,90	4	436,75
16	523,85	21	436,55
1(Rebeca)	522,00	9	433,10
13	514,15	19	429,65
2	507,75	28	428,75
25	505,85	12	423,55
31	505,45	7	396,70
32	504,35	8	359,00
30	497,40	29	358,05
23	495,85	35	344,55
20	495,65	9	342,40
40	490,25	26	335,95
33	484,50	37	308,95
5	477,20	6	300,50
27	471,25	36	279,25
34	467,05	38	273,35

Cuadro 11. Rendimiento en g / parcela de 2.5 m<sup>2</sup> , altura de planta en cm y días a floración de las líneas experimentales numéricamente más sobresalientes versus la variedad Rebeca F2000 como testigo, Ensayo 16 SAWYT bajo riego, FAUANL, Marín, N. L., OI 2008 – 2009.

Tratamiento	Media de peso de grano g/2.5m <sup>2</sup>	Altura de planta cm	Días a floración Después de la siembra
17	671	71	70
22	587	76	70
18	613	78	70
20	496	71	66
31	505	73	72
1 Rebeca	522	74	71

#### 4.1.3. Ciclo OI 2008 - 2009, Marín N. L. ensayo 16<sup>th</sup> SAWYT de trigos panaderos bajo punta de riego

El análisis de varianza detectó diferencia significativa entre tratamientos para el rendimiento de grano por 2.5 m<sup>2</sup>, tal análisis se presenta en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Análisis de varianza del peso de grano en g. por 2.5 m<sup>2</sup> del Ensayo 16 SAWYT bajo riego, FAUANL, Marín, N. L., OI 2008 – 2009.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	39	1108960.0	28434.9	2.0244	0.015*
BLOQUES	1	6753.0	6753.0	0.4808	0.501NS
ERROR	39	547785.5	14045.8		
TOTAL	79	1663498.5			

\* Diferencia significativa, NS = diferencia no significativa, C.V. = 41.11%

Debido a que se detectó diferencia significativa entre tratamientos para la variable peso de grano, las medias de los tratamientos se ordenaron de mayor a menor y se hizo la comparación de medias mediante de todos los tratamientos respecto a la variedad

Rebeca F2000 mediante la prueba de la DMS de rangos al 0.05 nivel de probabilidad, la cual se presenta en el Cuadro 13.

Al comparar las medias de rendimiento de grano por parcela del Cuadro 13 respecto al Cuadro 10, se observa que se presentó una reducción del peso de grano por parcela al pasar de la condición de riego a la de punta de riego, aproximadamente de un 50% o más. Adicionalmente en algunas pocas parcelas se presentó daño por pájaro, el cual se estimó en % y aún que el dato de peso de grano por parcela se corrigió por el % de daño de pájaro, la reducción del peso de grano por parcela se mantuvo.

En la Cuadro 13, no obstante la reducción del rendimiento, se puede observar que cuatro líneas experimentales fueron inferiores a Rebeca F2000 y el resto fueron estadísticamente iguales, por lo que las de mayor rendimiento numérico pueden considerarse para continuar evaluándolas bajo condiciones en las cuales se presente la roya de la hoja, entre estas líneas experimentales sobresalen las correspondientes a los tratamientos 18 y 17 dado que tanto en riego como en punta de riego estadísticamente fueron iguales a Rebeca F2000, pero numéricamente fueron superiores.

Cuadro 13. Medias actuales del peso de grano por 2.5 m<sup>2</sup> de los 39 tratamientos o líneas experimentales de trigo panadero para zonas semiáridas y de la variedad testigo REBECA F2000. Punta de riego, Ensayo 16 SAWYT, FAUANL, Marín, N. L., OI 2008 – 2009.

Tratamiento	Media peso de grano g	Tratamiento	Media peso de grano g
8	516 B	40	281 B
7	484 B	<b>22</b>	253 B
6	463 B	21	249 B
10	453 B	30	242 B
19	423 B	34	241 B
2	405 B	23	230 B
9	404 B	24	228 B
5	379 B	27	216 B
13	397 B	29	215 B
<b>18</b>	<b>394 B</b>	<b>20</b>	207 B
<b>17</b>	<b>391 B</b>	<b>31</b>	204 B
11	382 B	26	195 B
3	375 B	33	166 B
4	360 B	14	163 B
16	350 B	36	161 B
<b>1 Rebeca</b>	<b>342</b>	39	156 B
12	331 B	38	97 C
15	324 B	32	81 C
25	320 B	37	77 C
28	290 B	35	70 C

DMS = 240.1 (0.05), DMS de Rangos: DMS LS = 342 + 240.1 = 582.1; DMS LI = 342 - 240.1 = 101.9  
A = SUPERIOR AL TESTIGO, b = Igual al testigo, C = inferior al testigo

#### 4.1.4 Ciclo OI 2008 - 2009, Marín N. L. ensayo 29<sup>th</sup> ESWYT de trigos panaderos bajo riego.

El análisis de varianza para el peso de grano en g. por 2.5 m<sup>2</sup> aparece en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Análisis de varianza del peso de grano en g. por 2.5 m<sup>2</sup> del Ensayo 29<sup>th</sup> ESWYT, FAUANL, Marín, N. L., OI 2008 – 2009.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	49	881687.00	17993.61	2.5860	0.001**
BLOQUES	1	1.00	1.00	0.0001	0.987
ERROR	49	340949.00	6958.14		
TOTAL	99	1222637.00			

C.V. = 20.73%

En el análisis de varianza del Cuadro 14 se observa que se detectaron diferencias altamente significativas entre tratamientos para el rendimiento de grano por parcela de 2.5 m<sup>2</sup>, igualmente se encontró diferencia entre bloques y en el Cuadro 15 se presenta la comparación de medias de las 49 líneas experimentales respecto a la variedad Rebeca F2000 mediante la prueba de la DMS de rangos al 0.05.

Al comparar las medias de rendimiento de grano por parcela de 2.5 m<sup>2</sup> de las 49 líneas respecto al testigo Rebeca F2000 por la DMS de rangos, se identificaron cinco líneas estadísticamente superiores, una línea inferior y las 43 restantes iguales estadísticamente a Rebeca F2000.

Éstas cinco nuevas líneas por tener un potencial de rendimiento de grano superior a la variedad Rebeca F2000, pueden ser promovidas para continuar su evaluación y de repetir algunas de ellas la superioridad en rendimiento de grano respecto al testigo se podrán llevar a la producción; sin embargo, debido a que no se presentaron las condiciones favorables para que incidiera la roya de la hoja, no fue posible la evaluación de estas las líneas por tolerancia a esta enfermedad, por lo que las nuevas líneas experimentales que superaron en rendimiento a Rebeca F2000, requieren de ser evaluadas bajo un ambiente donde se tenga la certeza de que la roya de la hoja pueda infectar las líneas que sean susceptibles y con ello conocer el grado de tolerancia a esta enfermedad de aquellas no infectadas; por ello, en el ciclo agrícola de OI 2009 – 2010, se evaluarán solamente estas cinco líneas bajo un ambiente favorable para la incidencia de la roya de la hoja para poder identificar las líneas que puedan reunir tanto un alto rendimiento de grano como la tolerancia a la enfermedad en cuestión.

Cuadro 15. Medias actuales del peso de grano por 2.5 m<sup>2</sup> de los 49 tratamientos versus la variedad testigo Rebeca F2000, Ensayo 29 ESWYT, FAUANL, Marín, N. L., OI 2008 – 2009.

Tratamiento	Media peso de grano g	Tratamiento	Media peso de grano g
24	640 A	35	396 B
22	605 A	15	389 B
25	573 A	46	383 B
23	562 A	29	382 B
21	540 A	30	379 B
3	501 B	50	367 B
28	496 B	34	367 B
33	489 B	41	367 B
10	474 B	40	364 B
18	473 B	32	358 B
9	470 B	<b>1 REBECA</b>	<b>355 B</b>
47	461 B	17	345 B
4	454 B	16	340 B
7	450 B	27	339 B
43	448 B	44	338 B
20	443 B	31	335 B
2	440 B	38	331 B
48	438 B	14	327 B
13	433 B	36	298 B
42	433 B	11	295 B
6	430 B	37	283 B
12	414 B	19	281 B
26	411 B	49	242 B
8	409 B	39	194 B
45	397 B	5	181 C

DMS =167.78 (0.05), DMS de Rangos: DMS LS = 355 + 167.78 = 522.78; DMS LI = 355 – 522.78 = 187.22  
A = SUPERIOR AL TESTIGO, b = Igual al testigo, C = inferior al testigo

#### 4.1.5. Ciclo OI 2008 - 2009, Marín N. L., ensayo 40<sup>th</sup> IDYN, de trigos duros bajo riego

Para probar la hipótesis de igualdad entre tratamiento se obtuvo el análisis de varianza el cual se presenta en el Cuadro 16 y se observa que al obtener un valor de  $P > F$  superior a 0.05 la hipótesis en cuestión no se rechaza por lo que se acepta que no hay diferencia significativa entre tratamientos.

Cuadro 16. Análisis de varianza del peso de grano en g. por 2.5 m<sup>2</sup> del Ensayo 40<sup>th</sup> IDYN, FAUANL, Marín, N. L., OI 2008 – 2009.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	49			1.5042	
		1525192.00	31126.367		0.078NS
BLOQUES	1			0.5409	0.528
		11194.00	11194.000		
ERROR	49				
		1013972.00	20693.307		
TOTAL	99				
		2550358.00			

C.V. = 28.61%

En consecuencia las 49 líneas ensayadas y el testigo Jupare C2001 se ordenaron de mayor a menor rendimiento medio de grano en g por parcela de 2.5 m<sup>2</sup> lo cual se presenta en el Cuadro 17.

Similarmente a las líneas de trigo panadero, no se observó incidencia de la roya de la hoja, aún que en el testigo se observó una incidencia de roya con reacción de moderada susceptibilidad, por lo que se hace necesario volver a evaluar estas líneas bajo un ambiente de alta incidencia de roya de la hoja, por lo que se decidió que las líneas que deberían continuar en evaluación deberían ser aquellas que superaran los

1700 kg / ha, lo que equivalió a que las líneas que presentaron un rendimiento superior a 440 g por parcela de 2.5 m<sup>2</sup> serían las que superarían este nivel de rendimiento; de esta forma solo fueron seleccionadas 29 líneas de las 49 ensayadas por haber presentado un rendimiento superior a 1700 kg/ha, estas líneas se presentan en el Cuadro 16.

Cuadro 17. Medias de rendimiento de grano en g por parcela de 2.5 m<sup>2</sup> ordenadas de mayor a menor, ensayo 40<sup>th</sup> IDYN, FAUANL, Marín, N. L., OI 2008 – 2009.

Tratamiento	Media peso de grano g	Tratamiento	Media peso de grano g
43	879S*	17	499S
14	703S	36	499S
41	690S	25	473S
29	668S	20	469S
50	662S	8	456S
28	658S	49	452S
44	646S	39	451S
19	644S	4	445S
30	613S	23	440S
32	611S	21	418
46	606S	38	412
42	602S	15	400
45	600S	35	399
24	596S	<b>1 JUPARE</b>	<b>394</b>
48	583S	40	390
27	577S	2	389
47	567S	34	371
13	558S	18	366
33	554S	37	365
10	538S	3	345
31	524S	22	336
12	520S	5	336
7	509S	16	316
26	508S	6	311
11	506S	9	291

\* S = línea seleccionada

**4.2. 1. CICLO OI 2009 – 2010, San Isidro N. L.**

**4.2.1. 1. Ciclo OI 2009 - 2010, San Isidro, N. L. selección de líneas en los ensayos 01 y 02 de líneas de trigos panaderos.**

Los análisis de covarianza para rendimiento de grano por parcela de 3 m<sup>2</sup> como variable dependiente y el número de tallos como variable independiente para los experimentos 01, 02, 03, 04 y 05 aparecen respectivamente en los Cuadros 18, 19, 20, 21 y 22.

Cuadro 18. Análisis de covarianza para la variable peso de grano por 3 m<sup>2</sup> y la covariable número de tallos por 3 m<sup>2</sup>, experimento 01. San Isidro, N. L., OI 2009 – 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
COVARIABLE	1	164465.750000	164465.750000	15.4601	0.001
TRATAMIENTOS	10	179709.062500	17970.906250	1.6893	0.131
NS					
BLOQUES	3	67486.148438	22495.382813	2.1146	0.119
ERROR	29	308504.250000	10638.077148		
TOTAL	43	720165.210938			

C.V. = 15.3%

Cuadro 19. Análisis de covarianza para la variable peso de grano por 3 m<sup>2</sup> y la covariable número de tallos por 3 m<sup>2</sup> experimento 02. San Isidro, N. L., OI 2009 – 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
COVARIABLE	1	21934.447266	21934.447266	1.0179	0.325
TRATAMIENTO	8	171184.531250	21398.06640	0.9930	0.532 NS
BLOQUES	3	71973.742188	23991.248047	1.1134	0.365
ERROR	23	495607.562500	21548.154297		
TOTAL	35	760700.283203			

C.V. = 20.4%

Cuadro 20. Análisis de covarianza para la variable peso de grano por 3 m<sup>2</sup> y la covariable número de tallos por 3 m<sup>2</sup> experimento 03. San Isidro, N. L., OI 2009 – 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
COVARIABLE	1	274315.625000	274315.625000	15.7103	0.001
TRATAMIENTOS	6	136693.953125	22782.326172	1.3048	0.307
NS					
BLOQUES	3	73020.453125	24340.150391	1.3940	0.278
ERROR	17	296834.375000	17460.845703		
TOTAL	27	780864.406250			

C.V. = 19.0%

Cuadro 21. Análisis de covarianza para la variable peso de grano por 3 m<sup>2</sup> y la covariable número de tallos por 3 m<sup>2</sup> experimento 04. San Isidro, N. L., OI 2009 – 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
---					
COVARIABLE	1	279914.187500	279914.187500	9.9310	0.009
TRATAMIENTOS	4	272970.812500	68242.703125	2.4212	0.111 NS
BLOQUES	3	154662.812500	51554.269531	1.8291	0.200
ERROR	11	310044.812500	28185.892578		
TOTAL	19	1017592.625000			

C.V. = 28.0%

Cuadro 22. Análisis de covarianza para la variable peso de grano por 3 m<sup>2</sup> y la covariable número de tallos por 3 m<sup>2</sup> experimento 05. San Isidro, N. L., OI 2009 – 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
COVARIABLE	1	9285.294922	9285.294922	1.2778	0.271
TRATAMIENTOS	7	239741.718750	34248.816406	4.7133	0.003 **
BLOQUES	3	2812.137939	937.379333	0.1290	0.941
ERROR	20	145327.703125	7266.385254		
TOTAL	31	397166.854736			

C.V. = 12.3%

Como se observa en los Cuadros 18, 19, 20, 21 y 22 tanto en los experimentos 01, 02, 03 y 04 no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos para el rendimiento de grano por 3 m<sup>2</sup>, solo en el e, solo en el experimento 05 se detectó diferencia altamente significativa entre los tratamientos .

No obstante los resultados anteriores de los cinco análisis de varianza para rendimiento de grano por parcela de 5 x 0.6 m<sup>2</sup>, en todos ellos visualmente se detectaron diferencias entre las líneas experimentales para reacción a la roya de la hoja, por lo que en estos ensayos los tratamientos se ordenaron de mayor a menor rendimiento incluyendo los días a floración, la altura de planta en cm y la reacción a la roya de la hoja correspondiente a cada tratamiento.

El ordenamiento anterior de los tratamientos del experimento de trigos panaderos 01 se presenta en el Cuadro 23.

Cuadro 23. Comportamiento agronómico de las 7 líneas resistentes a la roya de la hoja y seleccionadas en el experimento 01. OI 2009 - 2010. San Isidro, Los Ramones, N. L.

Tratamiento y genealogía	Media, peso del grano en g. por 3 m <sup>2</sup>	Rendimiento de grano en Kg/ha	Días a floración	Altura de planta en cm.	Media de Reacción a la Roya de la hoja
3 16 SAWYT 318 – 376	766.57	2555	86	84	1
1 16 SAWYT 317 – 358	746.58	2488	89	82	1
2 16 SAWYT 322 – 362	716.91	2389	88	81	1
4 29 ESWYT 124 – 199	716.63	2388	86	82	1
11 Monarca F2007	683.27	2277	85	85	2
7 29 ESWYT 148 – 191	682.32	2274	87	84	1
10 Norteña F2007	680.46	2268	87	78	2
5 29 ESWYT 122 – 173	661.41	2204	83	81	1
6 29 ESWYT 147 – 184	653.99	2179	85	76	1
9 Rayón F89	612.29	2040	91	74	2
8 Rebeca F2000	514.35	1714	89	82	4

En el Cuadro 23 se observa que las siete líneas experimentales que presentaron reacciones de resistencia a la roya de la hoja con valores de 1, en tanto que de las cuatro variedades testigo Monarca F2007, Norteña F2007 y Rayón F89, presentaron tolerancia con valores de 2 y Rebeca F2000 fue susceptible con 4. Se observa que de las siete líneas, experimentales las cuatro primeras con reacción de resistencia tendieron a presentar superioridad numérica en rendimiento de grano respecto a la variedad Monarca F2007 que fue la de mayor rendimiento. Por lo anterior, estos resultados permiten considerar que estas cuatro nuevas líneas por tener un potencial de rendimiento de grano numéricamente superior a la variedad Monarca y ser tolerantes a la roya de la hoja, puedan ser seleccionadas para incrementar su semilla conservando su pureza genética, continuar con su evaluación a nivel semicomercial y llevar a la producción comercial a las más consistentes.

Se procedió de manera similar con el ensayo 02 de trigos panaderos, los promedios de las variables se dan en el Cuadro 24.

Cuadro 24. Comportamiento agronómico de las 4 líneas resistentes a la roya de la hoja seleccionadas en el experimento 02. OI 2009 - 2010. San Isidro, Los Ramones, N. L.

Tratamiento y genealogía	Media, peso del grano en g. por 3 m <sup>2</sup>	Rendimiento de grano en Kg/ha	Días a floración	Altura de planta en cm.	.Roya de la hoja
2 29 ESWYT 143 – 175	814.00	2713	91	83	1
3 29 ESWYT 150 – 179	790.42	2634	88	79	1
5 29 ESWYT 133 – 181	775.59	2585	92	78	1
1 29 ESWYT 123 – 176	747.12	2490	86	80	1
8 Rayón F89	734.66	2448	87	76	3
4 29 ESWYT 121 – 188	711.73	2372	95	79	1
9 Monarca F2007	672.84	2242	86	84	3
6 Rebeca F2000	624.14	2080	92	81	1
7 Norteña F2007	603.74	2012	87	80	4

En el Cuadro 24 se observa que 5 líneas experimentales de los 9 tratamientos presentaron tolerancia a la roya de la hoja con un valor de 1. Los testigos fueron susceptibles a la roya con lecturas de 4, 3 y 3 respectivamente para Norteña F2007, Monarca F2007 y Rayón F89, solo Rebeca F2007 presentó tolerancia en la escala de 1 al igual que una línea experimental, en tanto que 4 líneas experimentales presentaron un rendimiento numéricamente por arriba de Rayón F89 que en este ensayo fue la variedad testigo de mayor rendimiento, de estas, las tres primeras puedan ser seleccionadas para incrementar su semilla conservando su pureza genética y continuar con su evaluación a nivel semicomercial y llevar a la producción comercial a las más consistentes.

#### **4.2.2. Ciclo OI 2009 - 2010, San Isidro, N. L. selección de líneas en los ensayos tres, cuatro y cinco de líneas de trigos duros.**

Los análisis de covarianza de estos ensayos no mostraron diferencias significativas entre tratamientos para rendimiento de grano por parcela de 3 m<sup>2</sup>, sin embargo se observaron diferencias en reacción a la roya de la hoja entre las líneas experimentales y se seleccionaron aquellas líneas que resultaron tolerantes y de alto rendimiento de grano por parcela de 3 m<sup>2</sup>.

En los tres ensayos de trigos duros, Banamichi C2004 y Júpare C2001 fueron susceptibles a la roya de la hoja, incluso presentando el primero acame debido a la alta incidencia de esta enfermedad, por otro lado Samayoa fue el testigo de mejor rendimiento de grano pero con susceptibilidad a la roya de la hoja con una lectura promedio de 3, en estos ensayos fue posible seleccionar las seis líneas experimentales

con rendimiento superior a Samayoa aunado a resistencia a la roya de la hoja, estas seis líneas aparecen en el Cuadro 25.

Cuadro 25. Comportamiento agronómico de las líneas seleccionadas por tolerancia a la roya de la hoja, respecto al mejor testigo en los experimentos 03, 04 y 05. OI 2009 - 2010. San Isidro, Los Ramones, N. L.

Tratamiento	Media, peso del grano en g. por 3 m <sup>2</sup>	Rendimiento de grano en Kg/ha	Días a floración	Altura de planta en cm.	Reacción a la Roya de la hoja
<u>Ensayo tres</u>					
4 40 IDYN 713 - 794	864.94	2700	94	80	1
5 40 IDYN 739 - 768	737.59	2500	94	80	1
SAMAYOA C2004	689.56	2300	88	75	3
<u>Ensayo cuatro</u>					
1 40 IDYN 749 – 779	809.52	2700	94	95	1
4 40 IDYN 708 - 780	711.96	2400	94	95	1
2 40 IDYN 727 – 764	670.26	2200	94	71	1
SAMAYOA C2004	380.75	1200	89	70	2
<u>Ensayo cinco</u>					
3 40 IDYN 714 – 774	882.80	2900	95	75	1
SAMAYOA C2004	748.35	2300	92	72	2

#### 4.3 CICLO PV 2010, la Trinidad, Rancho Las Quinientas Ha., Galeana, N. L., Incremento de 16 Líneas Seleccionadas.

Después de evaluar en Marín, N. L., en el ciclo agrícola OI 2008 - 2009 137 líneas, 39 de trigo panadero del 16<sup>th</sup> SAWYT bajo riego y punta de riego y bajo riego 49 del 29<sup>th</sup> ESWYT y 49 del 40<sup>th</sup> IDYN., fue posible seleccionaron por ser superiores en rendimiento de grano respecto a los testigos Rebeca F2000 y Júpare C2001, respectivamente 19 líneas de trigo panadero (5 líneas del 16<sup>th</sup>SAWYT y 14 del 29<sup>th</sup>ESWYT) y 29 líneas de trigo duro del ensayo 16<sup>th</sup> IDYN, para integrar los ensayos del Ciclo OI 2009 – 2010 sembrados en San Isidro, N. L., donde fue posible seleccionar por tolerancia a la roya de la hoja y alto rendimiento de grano 16 líneas experimentales

con tolerancia a la roya de la hoja y superiores en rendimiento de grano al mejor testigo, de estas 16 líneas superiores, 6 fueron de trigos duros y 10 de trigos panaderos.

Las 16 líneas superiores seleccionadas por tolerancia a la roya de la hoja y rendimiento superior al mejor testigo, en el ciclo PV 2010 se llevaron a sembrar bajo riego a la unidad de producción “Las Quinientas Hectáreas” propiedad del Sr. Epitacio López ubicada en la localidad de La Trinidad, Municipio de Galeana N. L. La siembra de las 16 líneas se inició con una sembradora neumática y se suspendió para reanudarse con una sembradora MP25 John Deere con tres botes, esto fue del 7 al 11 de junio del 2010, la primer parcela fue de cuatro surcos y las otras 15 parcelas fueron de tres surcos, los surcos fueron a 0.8 m de separación, las 10 parcelas de derecha a izquierda fueron de los trigos panaderos y las seis restantes de trigos duros. Debido a la forma triangular del terreno las parcelas se fueron gradualmente reduciendo en longitud aproximada de 150 m de largo a 50 m. En el terreno se observó que el cultivo anterior fue avena por lo que junto con el trigo se presentó una alta incidencia de plantas voluntarias de esta especie, las cuales se controlaron mediante la aplicación del herbicida selectivo Topic. Las plantas de las líneas se cortaron y cosecharon en costales del 25 al 29 de octubre, en tanto se consiguió prestada por el Dr. Víctor Zamora Villa del programa de cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buena Vista, Saltillo, Coahuila, una máquina desgranadora tipo Pullman con la cual se trillaron el 4 de noviembre del 2010. El comportamiento y semilla cosechada de estas líneas se presentan en el Cuadro 26.

Cuadro 26. Rendimiento de semilla de incremento en kg cosechada en PV 2010 en la Trinidad, Galeana N. L., de las 6 líneas experimentales de trigos duros (LTD) y las 10 de trigos panaderos (LTP) seleccionadas por resistencia a la roya de la hoja y rendimiento de grano en Marín, N. L. OI2008 - 2009 y San Isidro N. L. OI 2009 - 2010, Calificación Agronómica (CA) y Reacción a la Roya de la hoja (RRH).

LTD	kg	CA*	RRH	LTP	kg	CA*	RRH
40 IDYN 714-774	53.0	3	0	29 ESWYT 123-176	32.0	4	;
40 IDYN 727-764	12.6	4	0	29 ESWYT 133-181	48.1	3	0 ;
40 IDYN 708-780	13.0	3	;	29 ESWYT 150-179	37.1	3	0 ;
40 IDYN 749-779	32.9	3	0	29 ESWYT 143-175	33.6	3	0 ;
40 IDYN 739-768	38.5	3	0	16 SAWYT 322-362	53.7	3	;
40 IDYN 713-794	42.3	3	;	16 SAWYT 317-358	37.3	3	1
				16 WYT 318-376	33.4	2	;
				29 ESWYT 124-199	22.2	3	;
				29 ESWYT 148-191	13.1	3	;
				29 ESWYT 121-188	9.5	4	;

\*Calificación Agronómica: Excelente = 1, Muy Buena = 2, Buena = 3, Regular = 4, y Mala = 5

La genealogía de las líneas seleccionadas se da en el Cuadro 25.

Cuadro 27. Genealogía de las líneas seleccionadas.

Línea	Genealogía
40 IDYN 714-774	LLARETA INIA/YEBAS 8/3/MINIMUS 6/PLATA 16/IMMER CDSS00Y01047T-0TOPB-5Y-0BLR-1Y-0B-0Y-1B-0Y
40 IDYN 727-764	TOSKA 26/RASCON 37//SNITAN/4/ARMENT//SRN 3/NIGRIS 4/3/CANELO 9.1 CDSS02Y00395S-0Y-0M-23Y-0Y
40 IDYN 708-780	CBC 509 CHILE/3/AUK/GUIL//GREEN CDSS99B00446S-0M-0Y-9Y-0M-0Y-1B-0Y
40 IDYN 749-779	SOOTY 9/RASCON 37//CAMAYO CGSS02Y00004S-2F1-32Y-0B-5Y-0B-2Y-0B
40 IDYN 739-768	LHNKE/HCN//PATA 2/3/CAMAYO/5/CREX//BOY/YAV 1/3/PLATA 6/4/PORRON 11 CDSS02Y01197T-0TOPB-0Y-0M-7Y-0Y
40 IDYN 713-794	ALTAR 84/BINTEPE 85/3/ALTAR 84/STINT//SILVER 45/4/LHNKE/RASCON//CONA-D CDSS99B01265T-0TOPY-0M-0Y-12Y-0M-0Y-1M-0Y
29 ESWYT 123-176	WAXWING*2/TUKURU CGSS01B00058T-099Y-099M-099M-099Y-099M-57Y-0B
29 ESWYT 133-181	ELVIRA/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI75/3/AE.SQ/4/2*OCI CMSS01M00172S-030M-1Y-0M-0Y
29 ESWYT 150-179	CHIBIA//PRLII/CM65531/3/SKAUZ/BAV92 CMSS02M00408S-030M-13Y-0M-0Y
29 ESWYT 143-175	SKAUZ*2/FCT//FISCAL CMSS02M00098S-030M-10Y-0M-0Y
29 ESWYT 124-199	WAXWING*2/TUKURU CGSS01B00058T-099Y-099M-099M-099Y-099M-62Y-0B
29 ESWYT 148-191	VORB/FISCAL CMSS02M00393S-030M-11Y-0M-0Y
29 ESWYT 121-188	GRACKLE #1 CGSS01B00057T-099Y-099M-099M-099Y-099M-13Y-0B
16 SAWYT 322-362	T.DICOCCON PI94625/AE.SQUARROSA (372)//3*PASTOR CMSA01M00370T-040Y-27M-010Y-3ZTB-0SY
16 SAWYT 317-358	SHARP/3/PRL/SARA//TSI/VEE#5/5/VEE/LIRA//BOW/3/BCN/4/KAUZ CMSA00Y00820T-040M-0P0Y-040M-040SY-030M-7ZTM-0ZTY-0M-0SY
16 SAWYT 318-376	PASTOR/3/URES/JUN//KAUZ/4/WBLL1 CMSA00Y00865T-040M-0P0Y-040M-040SY-030M-6ZTM-0ZTY-0M-0SY

La semilla de incremento de estas líneas seleccionadas permitirá incrementarlas y evaluarlas una vez más en el ciclo OI 2010 – 2011 en las zonas bajas de Nuevo León.

#### **4.4 Resultados Preliminares. Ciclo OI 2010 – 2011, San Isidro, Los Ramones, N. L.**

Las parcelas de incremento de las 10 líneas de trigos panaderos sembradas en Los Ramones, N. L., fueron calificadas por incidencia de roya de la hoja el 29 de marzo del 2011 y se encontró que seis líneas de trigos panaderos, no obstante que en el ciclo previo de OI 2009 - 2010 presentaron resistencia a la roya de la hoja con calificaciones de 1 de acuerdo con la escala utilizada de Guilchirt *et al* (2005), en el ciclo OI 2010 - 2011, presentaron susceptibilidad con calificaciones de 3 y 4, por lo que solo 4 líneas de trigo panadero mantuvieron la resistencia con reacciones de ; 1 y 2 en la escala de Guilchirt *et al* (2005), estas fueron: 16 SAWYT 322 -362 (1 y 2), 29 ESWYT 133 -181 (1 y 2), 29 ESWYT 143 -175 (1 y 2) y 29 ESWYT 159 – 179 (; y 1). Todas las líneas de trigos duros mostraron resistencia presentando calificaciones de 0 ; y 1.

#### **4.5 Resultados Preliminares. Ciclo OI 2010 – 2011, Anáhuac, N. L.**

Las 16 líneas seleccionadas que se sembraron en parcelas de incremento en Anáhuac, N. L., debido a que ha prevalecido un ambiente seco no han presentado síntomas de roya de la hoja, sin embargo solo se cosecharán las líneas de trigos panaderos así como las líneas de trigos duros las cuales en San Isidro no mostraron presencia de la roya de la hoja. Se espera que haya una reducción del rendimiento de semilla debido a que estas parcelas fueron dañadas por venados, jabalíes y cerdos silvestres.

## V.- DISCUSIÓN.

De acuerdo con los resultados obtenidos respecto al comportamiento de las variedades testigo que han mostrado susceptibilidad a la roya de la hoja asociada a un bajo rendimiento de grano, se confirma que los genes para tolerancia a esta enfermedad no confieren mas tolerancia a la roya de la hoja y que las variedades actualmente sembradas en Nuevo León tienden a ser susceptibles a esta enfermedad (Valdés L. C. G. S. (2007), seguramente debido a que en Nuevo León existen razas fisiológicas de esta enfermedad diferentes a las que están presentes en la zonas productoras de trigo del centro del país, donde se han seleccionado las actuales variedades que se han considerado como resistentes a la roya de la hoja por tener los genes de resistencia estudiados en los trabajos conducidos por Singh y Rajaram; (1991 y 1992); Singh (1993), McIntosh *et al.*, (1995), Singh y Huerta–Espino (1997), Huerta y Singh (2000), Singh *et al.*, (2001), Huerta–Espino *et al* 2002 y Huerta–Espino *et al.*, 2008. Por otro lado no todas las líneas introducidas en los ensayos provenientes del CIMMYT y sembradas en los ciclos OI 2008 - 2009 y OI 2009 - 2010, han manifestado resistencia a la roya de la hoja, lo que corrobora que la única forma de identificar líneas tolerantes a la roya de la hoja es la de explorar en los ensayos internacionales del CIMMYT que incluyan nuevas líneas que utilicen progenitores que aportan nuevos genes de resistencia, entre los cuales algunos se combinen de tal forma que confieran resistencia a las razas fisiológicas de esta enfermedad presentes en las zonas bajas de Nuevo León.

Cabe mencionar que las 16 líneas seleccionadas en las parcelas de incremento en La Trinidad, Galeana, N. L., en tal localidad mantuvieron una reacción de resistencia a la roya de la hoja de acuerdo con la escala de Guilchirt *et al* (2005) y no obstante que la calificación agronómica visual fue muy rigurosa, no hubo ninguna línea con calificación agronómica de 5 o mala y a solo tres se les asignó una calificación de 4 o regular, el resto se calificaron con 3 y una con 2, esto es que son agronómicamente buenas.

Posteriormente el comportamiento de estas líneas en cuanto a la resistencia a la roya de la hoja al ser sembradas en el ciclo OI 2010 - 2011 en San Isidro, Los Ramones, N. L., indican que en los trigos panaderos en seis de las 10 líneas la resistencia a la roya de la hoja no se conservó presentando susceptibilidad, lo que podría explicarse debido a que la siembra se hizo con una máquina de granos finos lo que implica que el dosel es más denso y se tiene una mayor humedad relativa dentro del mismo que cuando se siembra en surcos a 50 – 60 cm., o bien a que la composición de razas fisiológicas haya cambiado de un año al otro, en tanto que 4 líneas de trigos panaderos y todas las de trigos duros mostraron resistencia a la roya de la hoja.

Los resultados de este trabajo son halagadores dado que se cuenta con 10 líneas con alto potencial de rendimiento respecto a las variedades comerciales de trigo actualmente sembradas en Nuevo León y con resistencia a la roya de la hoja, 4 de trigos panaderos y 6 de trigos duros.

Las 16 líneas seleccionadas por su tolerancia a la roya de la hoja y su alto rendimiento, 10 de tipo panadero y 6 de tipo cristalino, se sembraron en parcelas pequeñas bajo

riego por goteo que en Marín, N. L. en el mismo ciclo OI 2010 – 2011, para describirse de acuerdo a los 26 descriptores de la UPOV, para proceder a su registro en el CCVP – SNICS – SAGARPA, de estas solo serán descritas las 4 líneas que en el tercer ciclo agrícola de evaluación OI 2010 - 2011 mantuvieron la resistencia a la roya de la hoja respecto a Norteña F2007 que fue sembrada comercialmente en parcelas vecinas y mostró susceptibilidad, en tanto que también serán descritas las seis líneas de tipo cristalino que han mantenido su resistencia; tal descripción permitirá el registro de estas cuatro líneas de trigos panaderos y las seis de trigos duros como nuevas variedades de trigo para las zonas bajas de Nuevo León.

## VI. CONCLUSIONES

1. El objetivo de evaluar por rendimiento de grano y tolerancia a la roya de la hoja, nuevas líneas de trigos panaderos y duros bajo las condiciones de Nuevo León, se cumplió en los ciclos OI 2008 – 2009, OI 2009 - 2010, PV 2010 y OI 2010 – 2011, respectivamente en Marín, N. L., San Isidro, Los Ramones N. L., La Trinidad, Galeana, N. L. San Isidro, Los Ramones, N. L. y Anáhuac, N. L.
2. Se acepta la hipótesis de que entre las líneas experimentales a evaluar, algunas de ellas pudieron ser seleccionadas por presentar tolerancia a la roya de la hoja y rendimiento de grano superior, o al menos igual pero no inferior a las variedades comerciales de trigo más importantes en Nuevo León, que se utilizaron como testigos.
3. Considerando las 6 líneas de trigos duros y las 4 de trigos panaderos que se han seleccionado en este trabajo, se acepta la hipótesis de que se cuenta con el germoplasma base para iniciar un programa de producción de semilla para siembra de trigo en Nuevo León, con variedades que bajo las condiciones agroecológicas del estado haya la seguridad de que en la producción comercial presentarán tolerancia a la roya de la hoja asociada a un rendimiento de grano superior a las variedades actualmente sembradas, esto en tanto no aparezcan nuevas razas fisiológicas que ataquen a estas nuevas líneas.

4. Las cuatro líneas seleccionadas de trigos panaderos y las seis de trigo cristalino como duros se deberán incrementar bajo la categoría de semilla básica por lo que en el ciclo OI 2010 - 2011 se deberán describir para registro ante el CCVP del SNICS, y proceder a producir semilla para siembra en la categoría de semilla básica en PV 2011 y de registrada en OI 2011 - 2012.

## VII. BIBLIOGRAFIA

1. CIMMYT. 1977. Pathology. In: CIMMYT report of wheat improvement 1977. México, Annual report. pp: 79.
2. Cox, T. S., R. K. Bequette, R. L. Bowden, and R. G. Sears. 1997. Grain yield and breadmaking quality of wheat lines with the leaf rust resistance gene Lr41. *Crop Sci.* 37:154 -161.
3. Chester, K. S. 1946. The Nature and Prevention of the Cereals Rusts as Exemplified in the Leaf Rust of Wheat. *Cronica Botanica*, Waltham, Mass., USA Department of Botany and Plant Pathology. Oklahoma Agricultural and Mechanical College. 269 p.
4. Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valle de México. 315 p. (Libro Técnico Núm. 1).
5. Espitia Rangel, E., Villaseñor Mir, E., Peña Bautista, R.J., Huerta Espino, J., y Limón Ortega, A. 2004. Calidad industrial de trigos harineros mexicanos para temporal. II. Variabilidad genética y criterios de selección. *Revista Fitotécnica Mexicana.* 27(1):41-47.  
[www.cimmyt.org/fr/about-us/partnerships/.../668-mexico-y-el-cimmyt](http://www.cimmyt.org/fr/about-us/partnerships/.../668-mexico-y-el-cimmyt)
6. Espitia Rangel, E., Peña Bautista, R.J., Villaseñor Mir, E., Huerta Espino, J. y Limón Ortega, A. 2003. Calidad industrial de trigos mexicanos para temporal: I Comparación de variedades y causas de la variación. *Revista Fitotécnica Mexicana* 26:249-256.  
[www.cimmyt.org/fr/about-us/partnerships/.../668-mexico-y-el-cimmyt](http://www.cimmyt.org/fr/about-us/partnerships/.../668-mexico-y-el-cimmyt)
7. Gilchrist Saavedra L., G. Fuentes Dávila, C. Martínez Cano, R, M López Atilano, E. Duveiller, R. P. Singh, M. Henry e I. García A. 2005. Guía práctica para la identificación de algunas enfermedades de trigo y cebada. CIMMYT, Segunda Edición.

8. Huerta–Espino, J.; Singh, R.P y Reyna–Martínez, J. 2008. First report of virulence to leaf rust resistance Genes Lr9 and Lr25 in Mexico. *Plant Disease* 92:311.
9. Huerta Espino Julio, Ravi P. Singh, Eduardo Spitia Rangel, Eduardo Villaseñor Mir y Santos Gerardo Leyva Mir. 2004 Herencia de la resistencia a roya de la hoja en variedades de trigo para temporal. *Revista Fitotecnia Mexicana*, Octubre – Diciembre ano/vol. 27, numero 004, Sociedad Fitogenética A. C., Chapingo, México, pp. 391-398.
10. Huerta Espino, Espitia, R. E.; J.; Villaseñor, M. H. E.; Leyva, M. S. G. y Singh, R.R.P. 2002. Análisis de la resistencia a la roya de la hoja en trigos harineros para temporal. *Rev. Fitotec. Mex.* 25:161–169.
11. Huerta–Espino, J. y Singh, R.P. 2000. Las royas del trigo. In: Villaseñor Mir H. E. y Espitia Rangel E. (eds.). p. 231 –249. *El trigo de temporal en México*. Chapingo, Estado de México, Secretaría de Agricultura , Ganadería.
12. Huerta, E. J. y Singh, R. P. 2000. Las royas del trigo. *In: Villaseñor, M. H. E. y Espitia, R. E. (eds.). El trigo de temporal en México*. Chapingo, Estado de México, México, SAGAR, INIFAP, Campo Experimental Valle de México. p. 231-249. (Libro Técnico Núm.1).
13. Huerta, E. J. y González, I. R. M. 2000. Tipos y grupos de trigo. *In: Villaseñor, M. H. E. y Espitia, R. E. (eds.). El Trigo de temporal en México*. Chapingo, Estado de México. México. SAGAR. INIFAP. Campo Experimental Valle de México. pp. 40–51. (Libro Técnico Núm. 1).
14. Huerta–Espino, J. and Singh, R. P. 1996. Misconceptions on the durability of some adult leaf rust resistance genes in wheat. In: Kema, G. H. J.; Niks, R. E. and Daamen, R. A. (eds.). *Proceedings of the 9th European and Mediterranean Cereal Rust and Powdery Mildews Conference*. September 2–6, 1996. Lunteren, The Netherlands. p. 109–111.

15. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO STAT 2005).
- [http://w4.siap.gob.mx/sispro/IndModelos/SP\\_AG/Trigo/Descripcion.pdf](http://w4.siap.gob.mx/sispro/IndModelos/SP_AG/Trigo/Descripcion.pdf).
16. Lantican, M. A., H. J. Dubin, and M. L. Morris. 2005. Impacts of international wheat breeding research in the developing world, 1988–2002. Mexico, DF: CIMMYT.
17. Mariscal Amaro L. A., Santos G. Leyva Mir, J. Huertas Espino y Eduardo Villaseñor Mir. 2007 Genética de la Resistencia a Roya de la hoja (*Puccinia triticina* E.) en líneas elite de trigo duro. Revista fitotecnia Mexicana, enero-marzo, año/vol. 30, número 001. Sociedad Fitogénica A. C., Chapingo México, pp. 33-38.
18. McIntosh, R. A.; Wellings, C. R. and Park R.F. 1995. Wheat rust: An atlas of resistance genes. CSIRO Publications, East Melbourne, Australia.
19. Olivares Sáenz E., 2004<sup>a</sup>. Libro de Diseños Experimentales FAUANL. Facultad de Agronomía UANL., Marín N. L. México.
20. Olivares Sáenz E., 2004<sup>b</sup>. Paquete de Diseños Experimentales FAUANL. Versión 2.5., Facultad de Agronomía UANL., Marín N. L. México.
21. Pérez H. J. y Corro M. A. 2007 manejo de las enfermedades en trigo.
- [www.engormix.com/MA-agricultura/trigo/articulos/manejo-enfermedades-trigo-t1668/998-p0.htm](http://www.engormix.com/MA-agricultura/trigo/articulos/manejo-enfermedades-trigo-t1668/998-p0.htm)
22. Peterson, R.F., A B Campbell, A.E. Hannah. 1948. A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals. Can. J. Res. Section C, 26: 496-500.

23. Poehlman Milton Jhon and Sleper Allen David, 2005, Breeding Field Crops. Fifth Edition. Blackwell Publishing
24. Rajaram, S., and A. Campos. 1974. Epidemiology of wheat rust in the Western Hemisphere. CIMMYT. Res. Bull. 27: 1–27.
25. Roelfs, A. P., R. P. Singh, y E. E. Saari. 1992. Las Royas del Trigo: Conceptos y Métodos para el Manejo de esas Enfermedades. México, D. F. CIMMYT. 81 p
26. Roelfs, A. P. 1978. Estimated losses caused by rust in small grain cereals in the United States: 1918-1976. USDA. Mis. Pub. 1363. U.S. Gov. Print Office, Washington. D.C. pp: 1-85.
- [http://wheatdoctor.cimmyt.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=65&Itemid=&lang=es](http://wheatdoctor.cimmyt.org/index.php?option=com_content&task=view&id=65&Itemid=&lang=es).
27. Singh, R.P.; Huerta–Espino, J. and William M. 2001. Slow rusting genes based resistance to leaf and yellow rusts in wheat: Genetics and breeding at CIMMYT. p 103–108. In: Eastwood, R, G. Hollamby, T. Rathjen and N. Gororo (eds.) Wheat Breeding Society of Australia 10<sup>Th</sup> Assembly Proceedings. 16–21 September 2001. Mildura, Australia.
28. Singh, R.P.; Huerta–Espino, J. and William M. 2001. Slow rusting genes based resistance to leaf and yellow rusts in wheat: Genetics and breeding at CIMMYT. p 103–108. In: Eastwood, R, G. Hollamby, T. Rathjen and N. Gororo (eds.) Wheat Breeding Society of Australia 10<sup>Th</sup> Assembly Proceedings. 16–21 September 2001. Mildura, Australia.
29. Singh, R. P. and Huerta–Espino, J. 1997. Effect of leaf rust resistance gene Lr34 on grain yield and agronomic traits of spring wheat. Crop Sci. 37:390–395.
30. Singh, R.P. 1993. Resistance to leaf rust in 26 Mexican wheat cultivars. Crop Sci. 33:633–637.

31. Singh, R. P. and Rajaram, S. 1992. Genes for resistance to *Puccinia recondita* f. sp. *Tritici* in 73 mexican bread wheat (*Triticum aestivum*) cultivars. In: Zeller, F. J. and Fishbeck, G. (eds.). Proceedings of the 8th european and mediterranean cereal rusts and powdery mildews. Conference. 8–11 september, 1992. Weihenstephan/Germany. Vortr, Pflanzenzuechtg. 24:211 –213.
32. Singh, R.P. 1991. Pathogenicity variations of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* and *P. graminis* f. sp. *tritici* in wheat growing areas of Mexico during 1988 and 1989. Plant Dis. 75:790–794.
33. Singh, R. P. and Rajaram, S. 1991. Resistance to *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* in 50 mexican bread wheat cultivars. Crop Sci. 31:1372–1479.
34. Steel Robert G. D. and Torrie James H. 1980. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Company, second edition. 633 p.
35. Solís, M. E.; Huerta, E. J.; Pérez, H. P.; Ramírez, R. A.; Villaseñor, M. H. E. y Espitia, R. E. 2007. Urbina S2007 nueva variedad de trigo harinero para riego en El Bajío. INIFAP, Campo Experimental Bajío, Celaya Guanajuato, México. 20 p. (Folleto Técnico Núm. 2).
36. Schultz, T. R., and R. F. Line. 1992. High-temperature, adult-plant resistance to wheat stripe rust and effects on yield components. Agron. J. 84:170-175.
37. Torabi, M., and K. Nazari. 1998. Seedling and adult plant resistance to yellow rust in Iranian bread wheats. Euphytica 100: 51-54.
38. Valdés L. C. G. S., 2008. Curso de Metodologías Tradicionales de Mejoramiento de Plantas, Facultad de Agronomía UANL. (Material no publicado)
39. Valdés L. C. G. S. 2007, El trigo. Un cereal no nativo de México, muy importante para los mexicanos. Revista Ciencia y Conocimiento, No 50, del 16 al 20 marzo del 2007, pp. 37 – 41.

40. Vidal John, 2009 <http://www.guardian.co.uk/environment/2009/mar/19/rust-fungus-global-wheat-crops>
41. Zwer, P. M., and Qualset C. O 1994. Gens for resistance to stripe rust in four spring wheat varieties. 2. Adult plant responses. *Euphytica* 74: 109-115.
42. Wolf E., Kansas State University; Tim Murray, Washington State University; Pierce Paul, The Ohio State University; Larry Osborne, South Dakota State University; and Albert Tenuta, Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Photo credits: Erick De Wolf, Robert Bowden, William Bockus, and Mary Burrows 2009. Development and distribution of the publication sponsored by the USDA-CREES Extension Integrated Pest Management program award.